

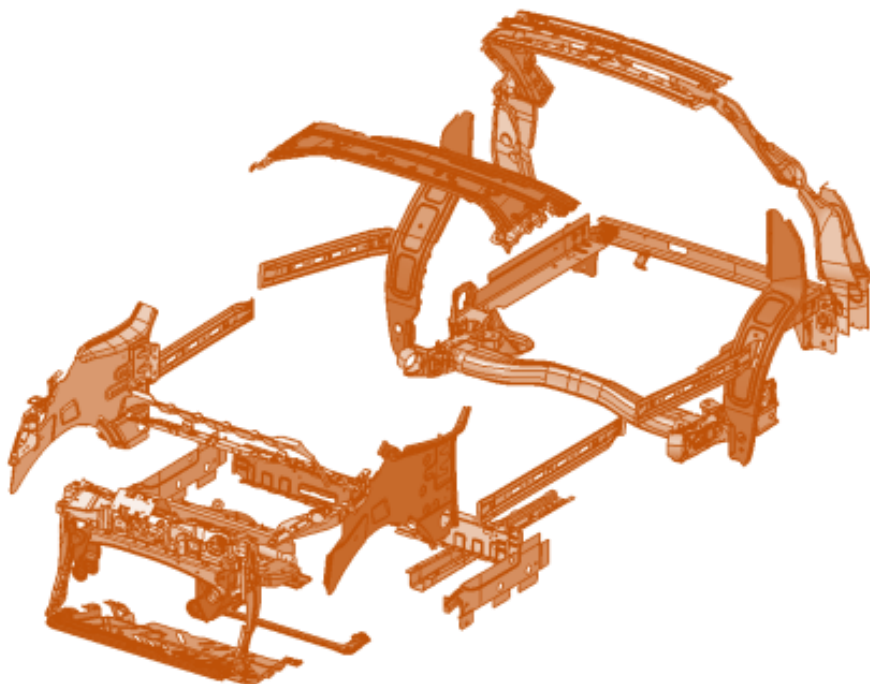


Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

FEUP

Otimização de Fluxos Internos no Processamento de Componentes metálicos



Relatório do Projeto de Dissertação do MIEM 2013/2014

João Gaspar Almeida Heleno

Orientador na Gestamp Cerveira: Engº Ricardo Duarte

Orientador na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto: Prof. Abel Santos

Junho de 2014

Resumo

Em todos os ramos da indústria automóvel, em particular nas maiores empresas, a competitividade é extremamente elevada, todos os pormenores são analisados detalhadamente e a procura por melhorar em todos os campos do sistema produtivo é contínua. Nesse sentido, os departamentos de produção tem um papel de grande relevo, tentando lidar da melhor maneira possível com as questões ligadas à Gestão da Produção, que era o tema base deste trabalho.

Tendo em conta todos esses factos o projeto desta dissertação teve como objetivo principal a alteração de determinados aspetos no sistema de produção (arranjo físico de máquinas e fluxos produtivos), planeamento de produção (plano diretor de produção e sequenciamento) e controlo de produção (identificação de deficiências e desperdícios durante as produções e otimização do processo de correção das mesmas).

Este documento é denominado por "Otimização de fluxos internos no processamento de componentes metálicos" pois um dos objetivos primordiais do projeto era funcionar como uma ferramenta de identificação, análise e correção de desperdícios no sistema de produção, nomeadamente no arranjo físico e fluxos de material, no planeamento da produção (sequenciamento e análise de carga) e na manipulação de material em curso de fabrico e conseguir obter melhorias em todos os campos descritos no paragrafo anterior.

Nesta dissertação são expostos três trabalhos ligados ao emparelhamento de máquinas/processos, nomeadamente a associação de uma prensa de estampagem com duas máquinas de soldadura pedestal, o estudo de implementação de uma máquina móvel de soldadura e de um túnel de lavagem para peças roscadas. Estão ainda incluídos dois trabalhos relacionados com a otimização do controlo de produção, a interface Captor – SAP e o seguimento das microparagens da soldadura pedestal.

Todos os propósitos da dissertação foram atingidos, na medida em que foram obtidas conclusões positivas no que diz respeito à aquisição da máquina móvel de soldadura pedestal e do túnel de lavagem de peças roscadas, para além das melhorias conseguidas na correção dos erros de produção e diminuição das microparagens da soldadura pedestal.

Abstract

In all of automotive industry's divisions, particularly in larger companies, competition is extremely high, all the facts are examined in detail and looking to improve, in all areas of the production system, is continuous. In this sense, the production departments has a very important role, trying to deal as best we can with the issues linked to Production Management that was the general theme of the work.

Taking into account all these facts, the project of this dissertation was aimed to change certain aspects of the production system (the physical arrangement of machines and production flows), production planning (plan production manager and scheduling) and production control (identifying deficiencies and wastes over the productions and optimization of their correction).

This document is entitled "optimization of internal flows in the processing of metal components" because one of the primary goals of the project was to work as a tool for identification, analysis and correction of waste in the production system, including the physical arrangement and material flows in production planning (sequencing and analysis load) and work in process material handling and be able to obtain improvements in all fields described in the preceding paragraph.

This dissertation presents three works related to the pairing of machines / processes, particularly the association of a machine press with two welding pedestal machines, the study of application of a portable welding machine and a tunnel washer for threaded parts. Are still included two works related to the optimization of production control, the interface Captor - SAP and following of stoppage welding pedestal.

All these purposes have been achieved in this dissertation, in that positive findings were obtained with regard to the acquisition of mobile welding machine pedestal and the washing tunnel threaded parts, apart from improvements to the correction of errors and reduction of production microparagens welding of the pedestal.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço ao Eng. Ricardo Duarte pela oportunidade que me foi dada de poder realizar esta dissertação na Gestamp Cerveira e pela sua ajuda e empenho manifestados durante todo o tempo de estágio.

Um agradecimento especial a todo o departamento de Produção da empresa, em particular aos elementos do Controlo de Produção, pelo facto de terem sido essenciais na aquisição de conhecimentos fundamentais e pelo modo como me receberam e ajudaram desde o início do projeto.

A todos os colaboradores da Gestamp Cerveira pela formação dada e saberes transmitidos.

Ao meu orientador na FEUP, Professor Abel Santos, pela disponibilidade e envolvimento que contribuíram para uma melhoria global do trabalho realizado.

Um forte agradecimento a todos os meus colegas que me acompanharam ao longo do curso.

À minha família, principalmente pais e irmãs, e à minha namorada por todos os incentivos e apoios transmitidos durante todo este período.

À Gestamp Cerveira pela atribuição de uma bolsa de estágio.

Índice de Conteúdos

1.Introdução	1
1.1 Apresentação da Gestamp Cerveira	2
1.1.1 Organização da empresa	4
1.1.2 Departamento de Produção	4
1.1.3 Organização da fábrica	6
1.2 Motivação e Enquadramento	7
1.3 Objetivos	9
1.4 Estrutura e Temas Abordados	9
1.5 Relação entre Temas Teóricos e Projetos Realizados	10
2. Fundamentação Teórica	
2.1 Processos de Fabrico na Gestamp Cerveira	11
2.1.1 Estampagem	13
2.1.2 Soldadura	14
2.2 Nomenclatura Peças	15
2.3 Gestão e planeamento da produção	
2.3.1 Planeamento das Necessidades de Material (MRP)	16
2.3.2 Planeamento da Produção na Gestamp Cerveira	21
2.3.3 WIP – Work in process	23
2.4 Soldadura por Resistência Elétrica	
2.4.1 Introdução	24
2.4.2 Processos de Soldadura por Resistência Elétrica.....	25
2.4.3 Características da Soldadura por Resistência Elétrica por Pontos.....	28
2.4.4 Parâmetros de Regulação da Soldadura por Resistência por Pontos....	29
2.4.5 Configurações de montagem das fontes de soldadura.....	32
2.4.6 Materiais Soldáveis.....	33
2.4.7 Eléktrodo.....	34
2.4.8 Tecnologia Inverter.....	36
2.5 Softwares Informáticos de Gestão e Controlo	
2.5.1 Ferramenta de Apoio à Gestão – SAP.....	37

2.5.2 Sistemas de Controlo e Monitorização	
2.5.2.1 Captor.....	39
2.5.2.2 BIW.....	41
3. Otimização de Fluxos Internos no Processamento de Componentes Metálicos	
3.1 Emparelhamento de Máquinas/Processos	
3.1.1 Emparelhamento de prensa de Estampagem/máquinas de soldadura pedestal..	45
3.1.2 Estudo de implementação de máquina móvel de Soldadura por Resistência...	51
3.1.3 Estudo de implementação de Túnel de Lavagem para peças roscadas.....	59
3.2 Interface Captor – SAP	
3.3.1 Introdução.....	63
3.3.2 Descrição do trabalho realizado.....	63
3.3.3 Resultados esperados.....	68
3.3.4 Conclusões.....	69
3.3 Análise de microparagens da Soldadura Pedestal	
3.2.1 Introdução.....	70
3.2.2 Descrição do trabalho realizado.....	71
3.2.3 Resultados Esperados.....	72
3.2.4 Conclusões.....	73
4. Conclusões e Considerações Finais.....	74
5. Referências.....	75
6. Anexos.....	77

Índice de Figuras e Tabelas

Figura 1 – Expositor para peças fabricadas na Gestamp Cerveira	1
Figura 2 - Exemplos de peças produzidas na Gestamp Cerveira.....	2
Figura 3 - Atuais Instalações da Gestamp Cerveira	2
Figura 4 - Evolução do número de efetivos da Gestamp Cerveira	3
Figura 5 - Organograma da Gestamp Cerveira	4
Figura 6 - Organograma do Departamento de Produção da fábrica.....	5
Figura 7 - Divisão em UAP do Layout fabril	6
Figura 8 - Exemplo de fluxo desde o estado de matéria - prima até o estado de peça final (1).....	11
Figura 9 - Exemplo de fluxo desde o estado de matéria - prima até o estado de peça final (2).....	12
Figura 10 – Estrutura e componentes de uma prensa de estampagem	13
Figura 11 - Exemplo de diferentes tipos de postos de soldadura	14
Figura 12 - Esquema síntese de conversão de encomendas em ordens de fabrico	16
Figura 13 - Variáveis de entrada e saída de um sistema MRP	17
Figura 14 - Exemplo de funcionamento do Backward Schedulling (1).....	19
Figura 15 - Exemplo de funcionamento do Backward Schedulling (2).....	19
Figura 16 - Documento de apoio ao planeamento da produção	21
Figura 18 – Painel de fabrico da UAP4 com ordens de produção lançadas.....	22
Figura 19 - Buffers existentes na Gestamp Cerveira	23
Figura 20 - Unidade Autónoma de Produção 5 (Soldadura Pedestal)	24
Figura 21 - Soldadura Topo a Topo	26
Figura 22 - Soldadura de Topo Incandescente	26
Figura 23 - Soldadura por Bossas	26
Figura 24 - Soldadura por Rolete.....	26
Figura 25 - Representação Esquemática de uma Soldadura por Pontos	28
Figura 26 - Esquema do Circuito Elétrico (Aures 2006).....	29
Figura 27 - Representação de todas as resistências presentes na soldadura por pontos	29
Figura 28 - Evolução da pressão (a azul) e corrente (a vermelho) aplicada durante o tempo de uma soldadura (Aures 2006)	31
Figura 29 - Máquina Pedestal existente na Gestamp Cerveira	32
Figura 30 - Elementos de uma máquina de soldadura pedestal.....	32
Figura 31 - Eléktodos em Cobre.....	34
Figura 32 - Dimensões de referência de eléctrodos, com ponta tronco – cónica e esférica.....	35
Figura 33 - Menu inicial do programa SAP	37
Figura 34 - Menu inicial do software Captor.....	39
Figura 35 - Monitorização Captor de um grupo de máquinas	41
Figura 36 - Exemplo de gráficos indicadores de produção da UAP3	42
Figura 37 - Gráficos indicadores de microparagens da Soldadura Pedestal	43
Figura 38 - Incidências ocorridas num posto de trabalho durante um dia de produção.....	43
Figura 39 - Localização relativa das máquinas P0025, PS017 e PS018.....	46
Figura 40 - Prensa P0025.....	46
Figura 41 - Máquina Pedestal PS017.....	46
Figura 42 - Máquina Pedestal PS018.....	46
Figura 43 - Possibilidades diferentes de fluxos de peças entre as máquinas P0025, PS017 e PS018...	47
Figura 44 - Proposta de sequenciamento nas máquinas P0025, PS017 e PS018 (1)	49
Figura 45 - Proposta de sequenciamento nas máquinas P0025, PS017 e PS018 (2)	49
Figura 46 - Prensa P0036.....	51
Figura 47 - Prensa de 1250 toneladas PT001	51

Figura 48 - Linha Fasa.....	51
Figura 49 - Esquema do fluxo direto obtido através do emparelhamento.....	52
Figura 50 - Peça de referência S766668/9V00.....	54
Figura 51 - Peça de referência S765712V00	54
Figura 52 - Peça de referência S768246V20.....	54
Figura 53 - Peça de referência S767154V00.....	54
Figura 54 - Máquina de soldadura em estudo e respetivo alimentador de porcas.....	55
Figura 55 - Pormenor da máquina de soldadura em estudo	56
Figura 56 - Peças roscadas produzidas em prensa de estampagem: Referências E193529V20, E809657V20, E752003V20	59
Figura 57 - Esquema representativo da proposta de fluxo de material	60
Figura 58 - Túnel de Lavagem em análise	60
Figura 59 - Extração do informe de comparação Captor - SAP.....	64
Figura 60 - Monitorização das máquinas da UAP 5	64
Figura 61 - Excerto do documento de comparação Captor - SAP extraído no dia 29.05.2014.....	65
Figura 62 - Operário a colocar peça a soldar numa ferramenta de soldadura pedestal	70
Figura 63 – Excerto de detalhes do posto PS017 das produções de 16.06.2014	71
Figura 64 - Rácio Microparagens/ Tempo Produtivo das máquinas das UAP 4 e 5 em Maio.....	73

Tabela 1 - Unidades Autónomas de Produção da Gestamp Cerveira	6
Tabela 2 - Equiparação entre temas teóricos e subprojetos realizados	10
Tabela 3 - Síntese da variedade de máquinas existentes na Gestamp Cerveira.....	14
Tabela 4 - Tabela síntese das diferentes designações de peças	15
Tabela 5 - Tabela resumo dos principais processos de soldadura por resistência	25
Tabela 6 - Compatibilidade ao soldar de alguns metais.....	33
Tabela 7 - Diâmetro do ponto de soldadura em função de espessura de chapa de aço ou alumínio..	35
Tabela 8 - Diâmetro da ponta (tronco- cónica) e raio da ponta (esférica) em função de espessura de chapa de aço	35
Tabela 9 - Tabela resumo das principais transações utilizadas pela produção da Gestamp Cerveira..	38
Tabela 10 - Principais características da Monitorização	40
Tabela 11 - Cálculo do valor do em curso de fabrico para as peças acima mencionadas	53
Tabela 12 - Cálculo do ganho de espaço de fábrica	54
Tabela 13 – Ganho mensais obtidos em soldar diretamente as peças estampadas acima enumeradas	57
Tabela 14 - Custos de aquisição do conjunto máquina + alimentador	58
Tabela 15 - Máquinas onde são fabricadas as peças roscadas em estudo	59
Tabela 16 - Ganho mensais obtidos em soldar diretamente as peças estampadas	61
Tabela 17 - Custos de aquisição do conjunto máquina + alimentador	62
Tabela 18 - Excerto de documento de Marcagens Captor.....	66
Tabela 19 - Informe de Sucata	67
Tabela 20 - Referências com mais erros de produção ao longo do tempo de realização da tarefa de comparação Captor – SAP	69
Tabela 21 – Lista de erros de produção mais comuns	69
Tabela 22 – Exemplos das principais incidências na produção das pedestais no mês de Maio	72
Tabela 23 - Tabela resumo dos resultados obtidos em cada projeto	74

Glossário e Lista de Abreviaturas

Cabeceiras – Matéria – prima que entra em máquina para ser transformada;

CMD – Consumo médio diário de uma peça;

Corda – Margem de tempo entre operações sucessivas ou entre operações e entregas;

Diagrama de Gantt – Ferramenta do controlo de produção, que permite visualizar o que acontece numa máquina ao longo do tempo;

Marcagens Captor – Peças fabricadas em outros modos Captor que não o modo “Produção”;

Payback - Tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento

OEE - Índice de Efectividade Global de Equipamentos, corresponde à contabilização do rendimento, disponibilidade

Quantidade Base – Quantidade teórica de fabrico por hora, na produção de uma determinada peça, na sua respetiva máquina;

Referência – Nomenclatura de uma peça;

Referências V00 – Peças que estão no seu estado final, estando aptas para expedir aos clientes;

Referências V20/V30 – Peças que sofrerão operações posteriores sendo por isso consideradas referências internas da fábrica;

UAP – Unidades Autónomas de Produção;

1. Introdução

No âmbito do 5ºano do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica e da opção Produção, Desenvolvimento e Engenharia Automóvel foi-nos facultada a hipótese de podermos realizar a dissertação final de curso numa empresa, como forma de proporcionar um semestre mais aliciante aos alunos que decidissem enveredar por esta opção.

A opção de propor a realização da dissertação à empresa Gestamp Cerveira prendeu-se com o facto de ser uma empresa de referência no setor automóvel (produção de componentes metálicos) e com o facto de existir um histórico de projetos semelhantes realizados em anos anteriores, o que levou a crer que poderia haver abertura da parte da empresa para poder realizar o trabalho pretendido.

O tema concreto da dissertação foi acertado em conjunto com a empresa, tendo sido à partida definido que os tópicos a abordar estariam relacionados com a gestão da produção, emparelhamento de máquinas/processos, diminuição do “em curso de fabrico” (WIP) e otimização do controlo de produção.

Assim sendo, esta dissertação descreve o projeto realizado no departamento de produção da Gestamp Cerveira, situada em Campos (próximo de Vila Nova de Cerveira) e denominado “Otimização de fluxos internos no processamento de componentes metálicos”. O projeto arrancou em fevereiro de 2014 e terminou no fim de junho de 2014. Durante o tempo de estágio foram realizadas diversas tarefas e estudos no sentido de chegar aos objetivos finais deste trabalho.



Figura 1 – Expositor para peças fabricadas na Gestamp Cerveira

1.1 Apresentação da Gestamp Cerveira

A Gestamp Cerveira é uma empresa, fundada em 1995, que faz parte da multi - nacional espanhola Corporación Gestamp que se constitui como uma das principais empresas no setor automóvel, no fabrico de componentes estruturais em aço, estando presente em dezenas de países espalhados por todo o mundo.

A Corporación Gestamp, que emprega a nível mundial 35000 trabalhadores, é formada por três repartições industriais: Gestamp Automoción, Gonvarri e Gestamp Renewables. A Gestamp Automoción é a divisão que se dedica ao design, desenvolvimento e fabrico de componentes metálicos para a indústria automóvel e é a esta que pertence a Gestamp Cerveira.

No caso particular da Gestamp Cerveira é levada a cabo a estampagem de peças, bem como a montagem de conjuntos complexos, que envolve a utilização de processos de soldadura.



Figura 2 - Exemplos de peças produzidas na Gestamp Cerveira



Figura 3 - Atuais Instalações da Gestamp Cerveira

À época, o aparecimento da Gestamp Portugal, deveu-se à necessidade de ampliar as instalações da “empresa mãe”, a Gestamp Vigo, de modo a responder à crescente confiança depositada pelo seu conjunto de clientes, tendo por isso operado nos primeiros anos como uma extensão da fábrica espanhola compartilhando a gerência e até vários departamentos. A sua localização deve-se à proximidade da fábrica em relação à Gestamp Vigo e à PSA Vigo, um dos seus maiores clientes.

Em termos de número de efetivos a fábrica cresceu nos primeiros anos de existência, mantendo nos anos mais recentes um nível de colaboradores aproximadamente constante, como pode ser observado no seguinte gráfico:

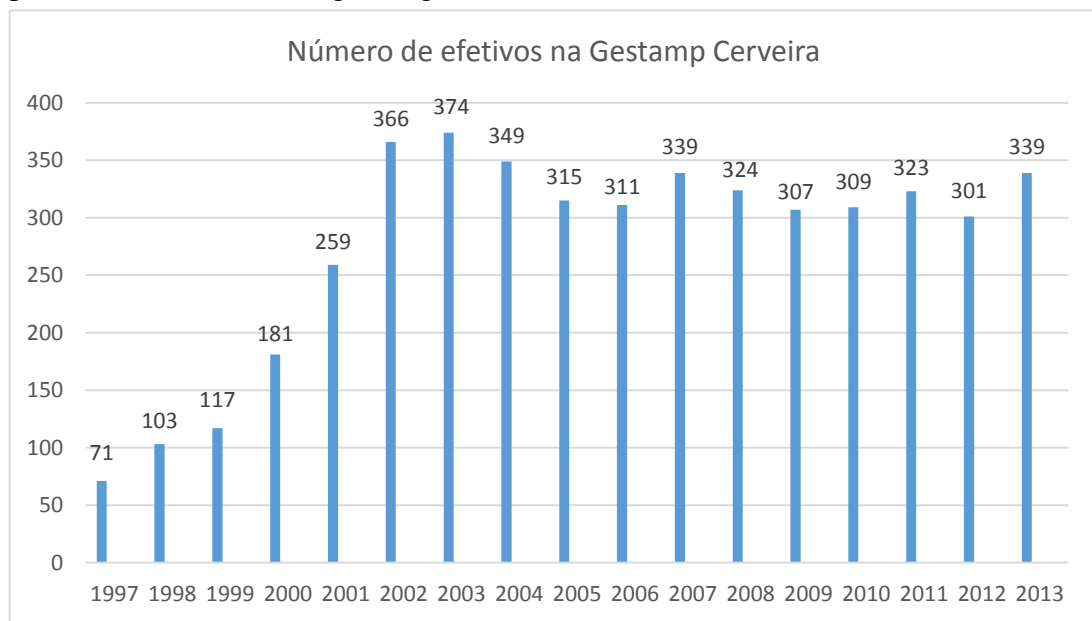


Figura 4 - Evolução do número de efetivos da Gestamp Cerveira

Cronologia da Gestamp Cerveira

- 1995 – Fundação da empresa, com o objetivo de responder às necessidades da Gestamp Vigo
- 1997 – Início da produção
- 2000 – Certificação em Qualidade pela ISO 9002, pela QS 9000 e pela EAQF 94
- 2002 - Duplicação da superfície coberta da fábrica
- 2003 – Certificação em Qualidade pela ISO TS 16949
- 2003 – Instalação das primeiras células de soldadura robotizada e início da montagem de pedaleiras
- 2004 – Certificação em Ambiente pela ISO 14001
- 2005 - Produção das primeiras peças embutidas em Alumínio
- 2006 - Certificação em Ambiente pelo referencial EMAS
- 2008 – Criação de departamentos próprios, deixando de reportar à Gestamp Vigo
- 2012 – Instalação da primeira prensa 1250t e das primeiras células de soldadura Laser

1.1.1 Organização da Empresa

A empresa encontra-se atualmente dividida nos vários departamentos que constam do organigrama abaixo representado: Manutenção, Logística e Aprovisionamentos, Ferramentaria, Produção, Qualidade, Projetos, Recursos Humanos, Compras, Informática e departamento financeiro. Todos estes departamentos trabalham entre si e essa interação é fundamental para que a atividade diária da fábrica decorra com normalidade.

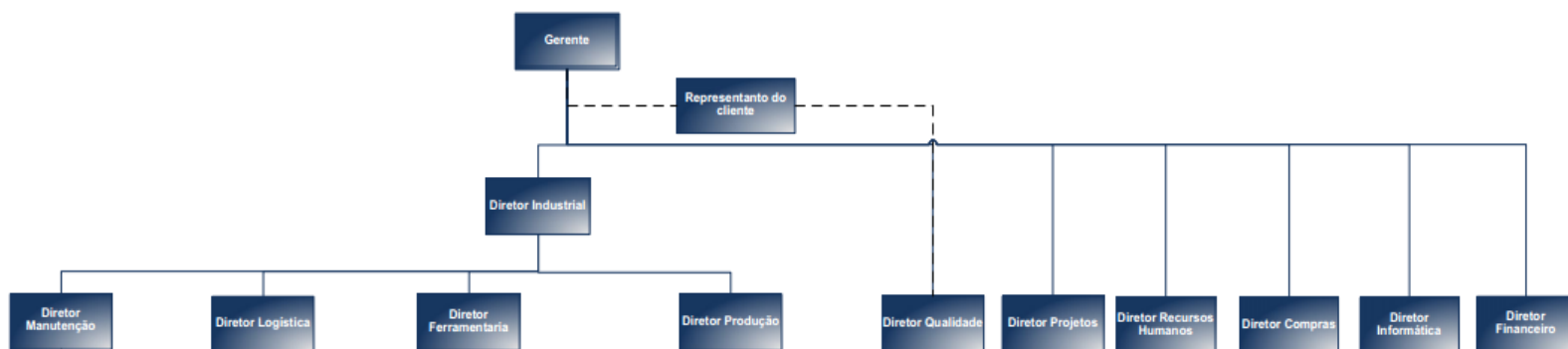


Figura 5 - Organigrama da Gestamp Cerveira

1.1.2 Departamento de Produção

A produção é uma atividade central da empresa, sobretudo quando esta opera no setor secundário da economia onde, por definição, as matérias – primas são transformadas em produtos.

O departamento de produção da Gestamp encarrega-se de dirigir os recursos humanos (operários) e técnicos (máquinas) de fabrico, para obter o produto no prazo acordado com o cliente. O departamento de produção tem a seu cargo a decisão sobre que peças vão ser produzidas num determinado momento e em que máquina é que as mesmas vão ser alocadas, o controlo do número de peças produzidas durante o tempo em que a referência da peça se encontra em máquina, a organização dos postos de trabalho, recuperação de peças com possíveis falhas, controlo dos fluxos de material entre máquinas, entre outras tarefas de capital importância no decorrer do processo produtivo.

Esta divisão desenvolve o seu trabalho com frequentes contactos com outros departamentos como a Manutenção, Qualidade ou Logística e Aprovisionamentos.

O Departamento de Produção da Gestamp Cerveira, subdivide-se nas seguintes áreas: Direção, Controlo de Produção, Planeamento de Produção, Métodos, Chefes de Fábrica, Encarregados, Chefes de UAP, Empilhadores e Operários. O organigrama do departamento é o representado na figura 5.



Figura 6 - Organograma do Departamento de Produção da fábrica

O planeamento de produção tem como função essencial fazer o agendamento das ordens de produção nas diversas máquinas das UAP, normalmente tendo em vista um período de 1 a 5 dias. O Controlo de Produção, tem como principal atividade a correção dos erros entre peças existentes na realidade, peças declaradas nos sistemas informáticos e as peças contabilizadas pelas máquinas fazendo assim um trabalho “invisível” mas de primordial importância.

Métodos cuida não só da área de estabelecimento de procedimentos produtivos e respetivos tempos, bem como das embalagens, ferramentas de soldadura pedestal, organização de layout e documentação de gamas de parâmetros.

O Diretor de Produção gere toda a equipa e equipamentos de produção, bem como lida com as questões do absentismo, definição dos lotes de produção em função dos pedidos dos clientes e encabeça a interação com os outros departamentos.

Como anteriormente mencionado, diversos estudos foram desenvolvidos ao longo do tempo de permanência na empresa. Todos estes subprojetos contribuíram para uma melhor compreensão sobre a forma como se trabalha na empresa e se reage nas situações e problemas reais da fábrica. Surgiram inúmeras dificuldades associadas a todos eles, que se tentaram resolver da melhor maneira possível. Houve uma tentativa de abordá-los sempre da maneira mais técnica e científica dentro das possibilidades. As conclusões de cada um destes estudos contribuíram para uma visão mais global do departamento e seus problemas.

1.1.3 Organização da Fábrica

A fábrica da Gestamp Cerveira encontra-se organizada por Unidades Autónomas de Produção (UAP), representando grupos de máquinas, encontrando-se, esses postos de trabalhos, estáticos nas duas naves da fábrica. No total são oito UAP divididas por duas naves. Distribuídas pelos dois pavilhões encontram-se ainda os departamentos da Produção, Qualidade, Manutenção, Logística e Compras e ainda a Ferramentaria, posto de recuperação/classificação e os diferentes locais de armazenamento temporário de produção (buffers).

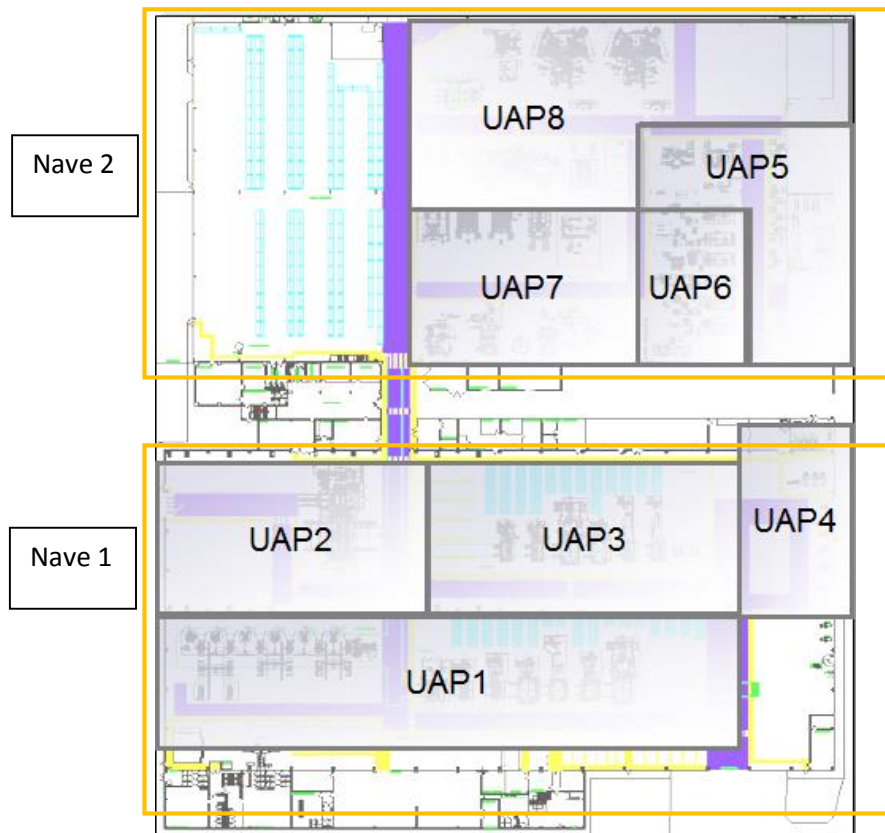


Figura 7 - Divisão em UAP do Layout fabril

Tabela 1 - Unidades Autónomas de Produção da Gestamp Cerveira

UAP 1 / 3	Estampagem
UAP 2	Prensa 1250 Ton
UAP 4 / 5	Soldadura Man.
UAP 6	Pedaleiras
UAP 7 / 8	Células Soldadura

1.2 Motivação e Enquadramento

O crescimento do volume de vendas e carga de trabalho que se verificou na Gestamp Cerveira ao longo dos últimos anos, provocou um problema de falta de espaço na fábrica, na medida em que esse incremento de produção provocou um aumento das manipulações de material, ou seja, um crescimento natural do valor de material “em curso” de fabrico (WIP). Sendo assim, existiam à partida motivações do ponto de vista espacial e económico para que se estudasse uma forma de minimizar todos esses problemas.

Nesse sentido, o tema geral desta dissertação era a Gestão da Produção que consiste na atividade que atinge todos os ramos de organizações (indústria, comércio e serviços) e está presente em todos os sectores da organização. A sua dinâmica de operacionalização ocorre através da utilização das funções básicas da gestão como planejar, organizar, liderar, controlar e coordenar, com o objetivo de promover com êxito as atividades inerentes à empresa.

A função produção preocupa-se principalmente com os seguintes assuntos:

- Estratégia de produção: as diversas formas de organizar a produção para lidar com a procura e ser competitivo.
- Sistemas de produção: arranjo físico e fluxos produtivos.
- Arranjos produtivos: produção artesanal, produção em massa e produção "magra" (lean).
- Ergonomia
- Estudo de tempos e movimentos
- Planeamento da produção: planeamento de capacidade, plano diretor de produção e sequenciamento.
- Planeamento e controle de projetos

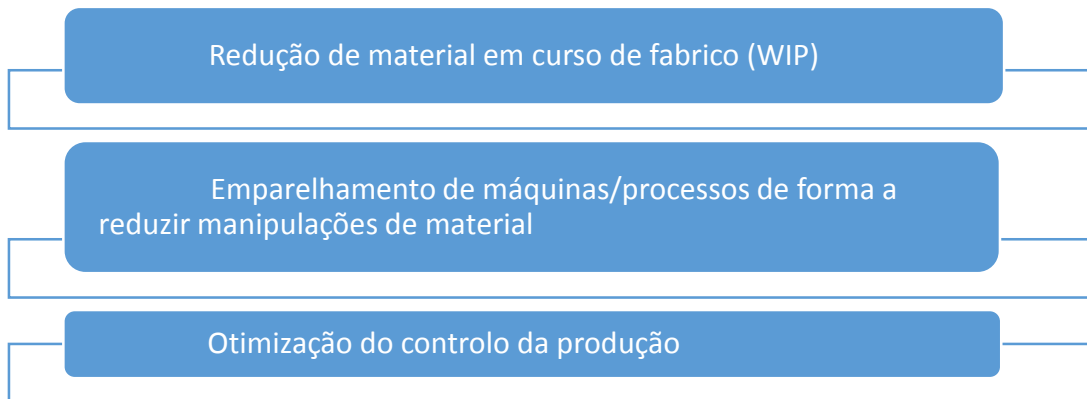
Num ramo tão competitivo como a indústria automóvel é fulcral ter otimizados todos os aspetos do sistema produtivo, sob pena de perder terreno para a concorrência no setor. Nesse sentido questões como o sistema de MRP (Material Requirements Planning), nível de “em curso de fabrico” (WIP), controlo da produção e organização do layout fabril são aspetos a ter em conta quando se está a liderar a produção numa empresa.

Após o levantamento de todas as dissertações realizadas na empresa em anos anteriores relacionadas com a área em estudo, verificou-se que incidiam fundamentalmente sobre Lean Manufacturing, Single Minute Exchange of Die (SMED) e Melhoria contínua (Kaizen). A proposta desta dissertação visava a otimização de outros aspetos do sistema produtivo. O tema em que propunha trabalhar inseria-se então na área da Gestão, planeamento e controlo da produção e conteúdos associados, tentando sempre que possível incluir, nesta dissertação, todos os trabalhos executados durante o estágio mais relacionados com os principais processos de fabrico (estampagem, soldadura e montagem) presentes na fábrica e que contribuíram para os objetivos fundamentais do projeto.

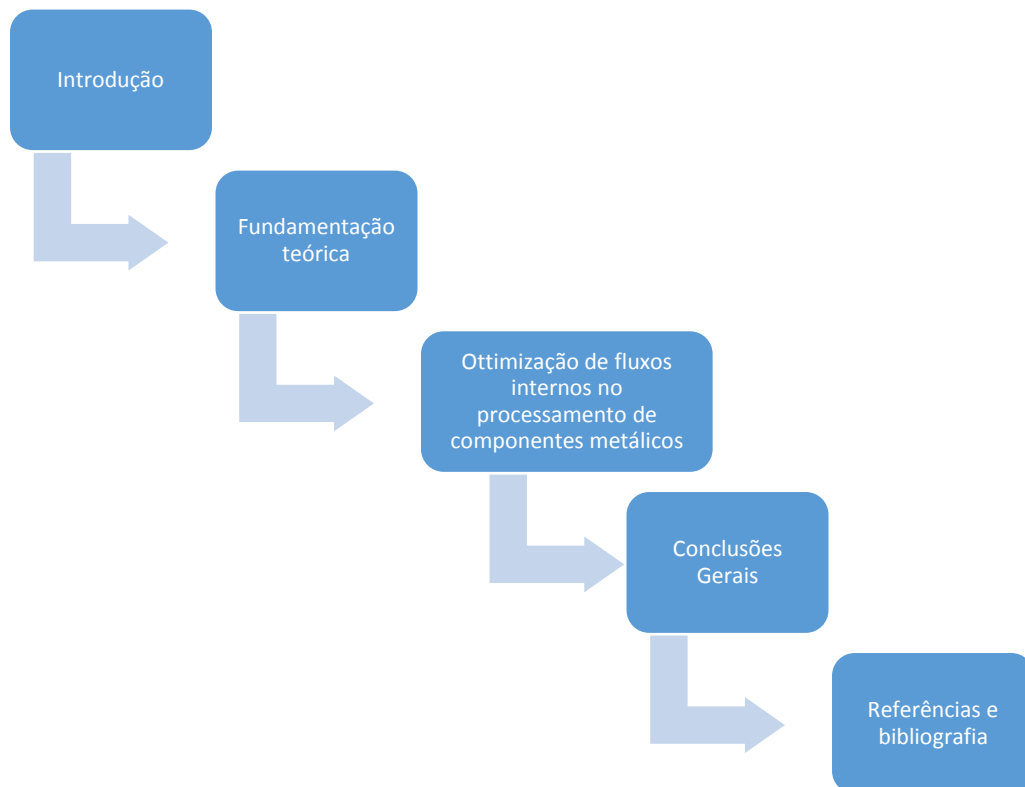
O facto de cada um dos projetos desenvolvidos e concluídos nesta dissertação estarem relacionados com assuntos algo distintos mostra que apesar de terem propósitos particulares diferentes, todos os estudos realizados visaram contribuir para melhorar o sistema produtivo de uma fábrica, ou seja, apesar destes projetos não estarem diretamente relacionados entre si, assentam no mesmo princípio da redução de desperdícios no fluxo de materiais. Os projetos realizados durante o estágio foram:

- Emparelhamento de máquinas;
- Estudo sobre implementação de máquina de soldadura por resistência móvel;
- Estudo sobre implementação de túnel de lavagem para peças roscadas;
- Interface CAPTOR – SAP;
- Análise de microparagens da soldadura pedestal;

1.3 Objetivos



1.4 Estrutura e Temas Abordados



De seguida são enunciados os conteúdos de cada capítulo da dissertação:

Introdução – Apresentação do projeto, motivação para a realização da dissertação em ambiente empresarial, objetivos e assuntos temáticos do trabalho. Inclui subcapítulo totalmente dedicado à apresentação da empresa, descrição das funções do departamento de produção e explicação da organização da fábrica.

Fundamentação teórica – Explanação dos temas abordados para transmitir uma noção dos conceitos que estão presentes na dissertação. Visa fornecer todo o suporte teórico necessário para melhor compreender as atividades realizadas no capítulo seguinte. Inclui parágrafos relacionados com a Gestão da Produção, Soldadura por Resistência, bem como a descrição dos processos existentes na fábrica e conceitos próprios do seu sistema produtivo.

Otimização de fluxos internos no processamento de componentes metálicos – Descrição dos diversos trabalhos realizados durante o período de estágio com vista ao cumprimento dos objetivos da dissertação, devidamente equiparados com os temas teóricos explicitados no capítulo anterior.

Conclusões Gerais – Junção das conclusões particulares de cada atividade realizada, ratificando ou não o cumprimento dos objetivos da dissertação;

1.5 Relação entre os temas teóricos abordados e os projetos realizados

Tabela 2 - Equiparação entre temas teóricos e subprojetos realizados

<u>Fundamentação teórica</u>	<u>Atividade realizada</u>
Planeamento da produção e necessidades de material (MRP)	Emparelhamento de máquinas/processos
Work – in – process (WIP)	Emparelhamento de máquinas/processos
Soldadura por resistência elétrica	Estudo sobre implementação de máquina de soldadura por resistência móvel; Seguimento diário de microparagens da soldadura pedestal;
Sistemas informáticos de controlo	Interface Captor – SAP

2. Fundamentação Teórica

2.1 Processos de fabrico na Gestamp Cerveira

Como foi referido anteriormente, na Gestamp Cerveira prevalecem dois grandes processos de fabrico: estampagem e soldadura. No entanto, em termos de fluxos de peças ao longo do seu processo produtivo existe alguma variedade. Na maioria das centenas de diferentes peças que são produzidas nesta fábrica intervêm os dois processos, ou seja, há uma primeira operação numa prensa de estampagem na qual uma bobine de chapa ou formatos são transformados em peças semi - terminadas que sofrerão operações posteriores de soldadura (soldadura de um componente ou de outra (s) peça (s)). Em outros casos há peças que sofrem uma operação de estampagem e seguem diretamente para o cliente e existem ainda as pedaleiras (UAP 6), que são peças fabricadas por montagem de diversos componentes.

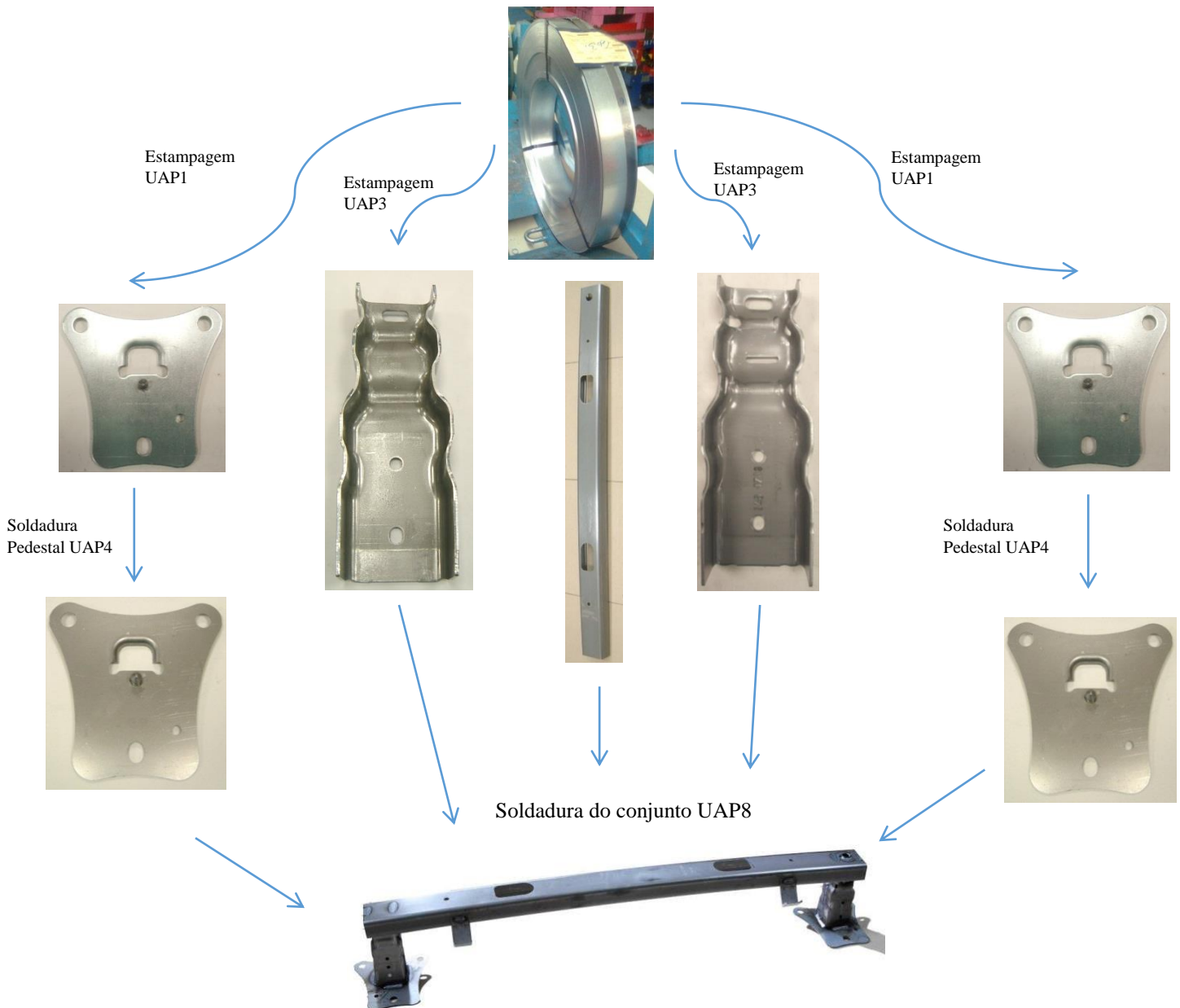


Figura 8 - Exemplo de fluxo desde o estado de matéria - prima até o estado de peça final (1)



Figura 9 - Exemplo de fluxo desde o estado de matéria - prima até o estado de peça final (2)

De seguida procede-se a uma exposição da tecnologia usada quer nos postos de estampagem quer nos postos de soldadura.

2.1.1 Estampagem

A estampagem consiste na produção de peças por deformação plástica a frio, no qual a chapa é colocada sobre uma ferramenta introduzida numa prensa e sujeita a uma força de modo a adquirir a geometria pretendida. Na fábrica da Gestamp Cerveira, as unidades autónomas de produção (UAP) 1,2 e 3 são de estampagem e são compostas por prensas mecânicas com diferentes capacidades. Estas baseiam-se no princípio do sistema mecânico “biela-manivela”. A prensa é uma máquina ferramenta projetada sobretudo para operações de conformação e corte, tais como embutir, cortar, quinar ou furar. A energia fornecida por um motor elétrico em rotação é transformada em movimento e energia linear. Os principais componentes mecânicos de uma prensa são o quadro ou estrutura, o carro, a mesa, as guias, o motor, o volante de inércia, a biela e o sistema travão-embraiagem. Ao nível da força de trabalho existiam basicamente três tipos de prensas: 250, 400 e 630 toneladas, para além da prensa de 1250 toneladas.

A figura de seguida representada refere-se precisamente à anatomia de uma prensa mecânica.

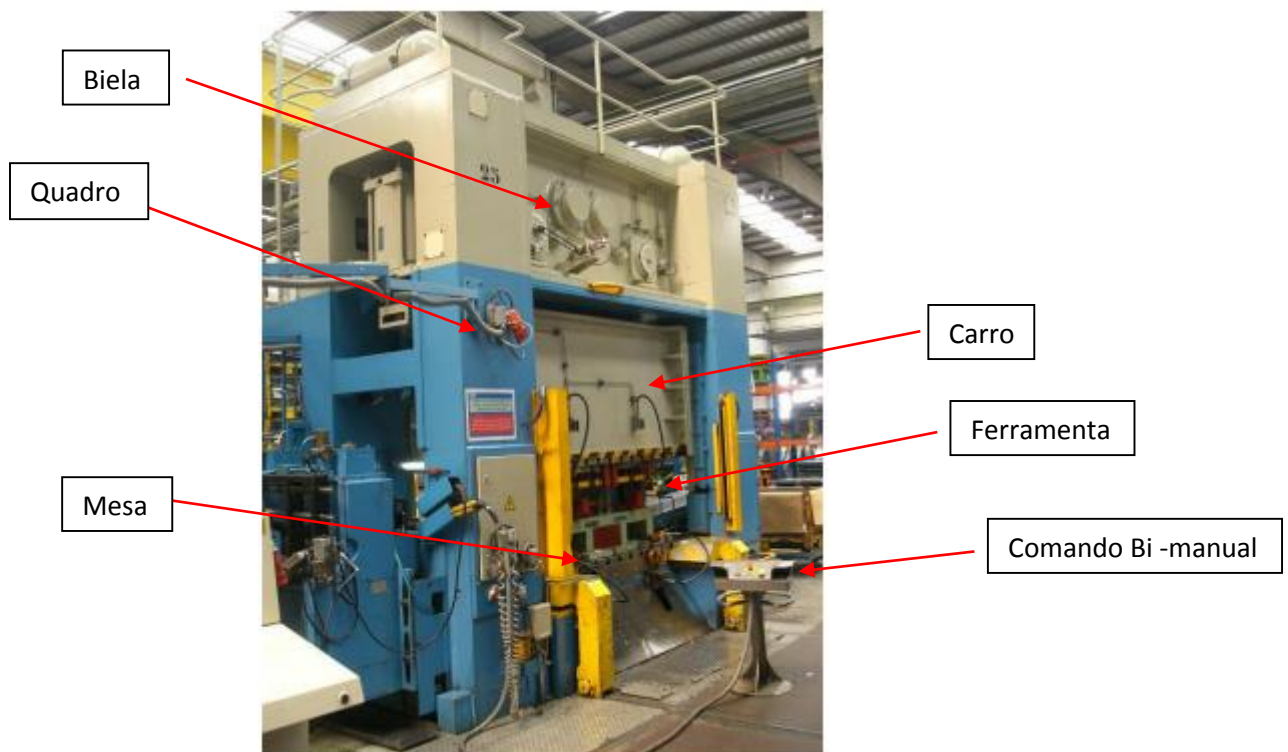


Figura 10 – Estrutura e componentes de uma prensa de estampagem

2.1.2 Soldadura

Em termos de soldadura existem duas situações distintas dentro da fábrica. Nas UAP 4 e 5 a soldadura é realizada através de máquinas que funcionam por actuação de um ou mais cilindros pneumáticos que realizam um movimento de subida e descida e soldam, através de pontos, um componente (ou peça) a uma peça previamente colocada na respetiva ferramenta. É denominada por soldadura por resistência.

Nas restantes UAP a soldadura é realizada através de robots que soldam utilizando a tecnologia MAG e também a soldadura por resistência por pontos.



Figura 11 - Exemplo de diferentes tipos de postos de soldadura

Resumindo em termos de diversidade de máquinas na Gestamp Cerveira temos:

Tabela 3 - Síntese da variedade de máquinas existentes na Gestamp Cerveira

Estampagem	Soldadura
<ul style="list-style-type: none"> • 1 Prensa transfer de 630 t; • 4 Prensas manuais de 300/125/80 t; • Linha robotizada formada por 6 prensas de 300 t; • 12 Prensas progressivas de 630/400/250 t; • Uma prensa automática e transfer de 1250 t; 	<ul style="list-style-type: none"> • 23 Prensas de soldadura manual; • 9 Células de soldadura MIG/MAG; • 12 Células de soldadura por pontos;

2.2 Nomenclatura de peças

Todas as peças produzidas na fábrica estão representadas por uma referência. Sempre que, durante esta dissertação, houver alusão ao termo “referências”, o mesmo é sinónimo de peças. Existem referências que se iniciam por “E” (no caso de peças estampadas), “S” (no caso de peças estampadas) e “M” (no caso de peças montadas) e podem terminar em “V00” (no caso de peças que vão diretas para armazém) ou “V20” (mais comuns), “V30”, “V40”. Entre essas designações existem números. As expressões “V20” ou “V00” irão aparecer ao longo deste documento, pelo que o entendimento da forma como se designam as peças na Gestamp se revela bastante útil.

Resumindo, as referências podem apresentar as seguintes formas genéricas:

Tabela 4 - Tabela síntese das diferentes designações de peças

E_ _ _ _ _V00	Peça estampada que segue diretamente para armazém;
E_ _ _ _ _V20 (V30 ou V40 por exemplo)	Peça estampada que sofrerá uma ou mais operações posteriores;
S_ _ _ _ _V00	Peça soldada que segue para armazém;
S_ _ _ _ _V20 (V30 ou V40 por exemplo)	Peça soldada que sofrerá uma ou mais operações posteriores;
M_ _ _ _ _V00	Pedaleira montada na UAP6 que segue para armazém;

2.3 Gestão e planeamento da produção

2.3.1 Planeamento das necessidades de material (MRP)

O MRP é um conceito de gestão da produção criado nos Estados Unidos em 1965, e desde aí utilizado pelas empresas com resultados excecionais. MRP começou por ser uma sigla para "Materials Requirements Planning" (planeamento das necessidades dos materiais) e, posteriormente foi também aplicada a uma versão mais evoluída, o "Manufacturing Resources Planning" (planeamento dos recursos de fabricação). (Apontamentos FEUP)

O MRP é um sistema computadorizado de controlo de inventário e produção que auxilia na otimização da gestão de forma a minimizar os custos mas, conservando os níveis de material adequados e necessários para os processos produtivos de uma empresa.

Os elementos presentes num sistema MRP são:

- Sistema computadorizado;
- Sistema informativo de produção;
- Inventário de produção;
- Calendário de produção;
- Sistema de gestão de 'inputs' (entrada) para produção.
- Sistema de previsão de falhas produtivas

O MRP tem por objetivo que a produção se realize na medida em que é necessária. Quer isto dizer que determinado componente é fabricado unicamente quando é requerido para satisfazer uma procura ditada pela necessidade ou pela conveniência. Este princípio é diferente da produção regida pela gestão de stocks: nesta produz-se na expectativa de o produto vir a ser necessário, enquanto no MRP produz-se porque o artigo vai ser necessário. Em suma, o MRP é uma metodologia de “traduzir” as encomendas em ordens de produção, como é mostrado no seguinte esquema:

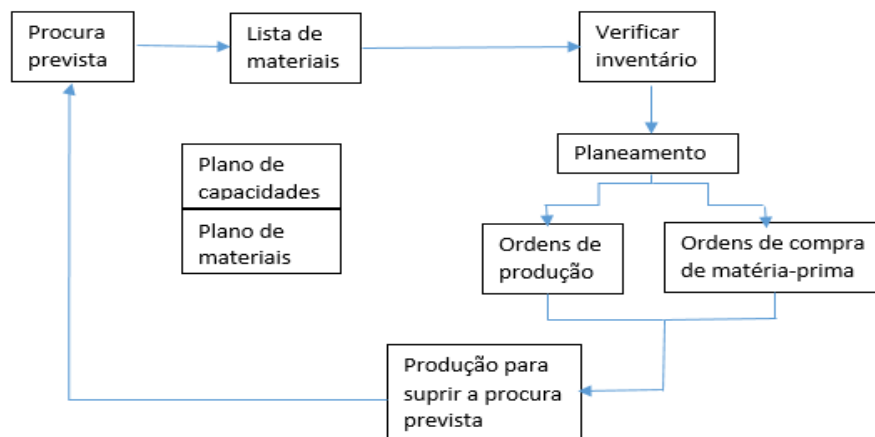


Figura 12 - Esquema síntese de conversão de encomendas em ordens de fabrico

Em termos de entradas e saídas do MRP, este “necessita” de saber o plano diretor de produção, o inventário geral de cada referência e a estrutura detalhada das peças para se poder, através desses elementos, antecipar o Programa de produção e da informação da ordem de encomendas por satisfazer. (Sanchez 2001)

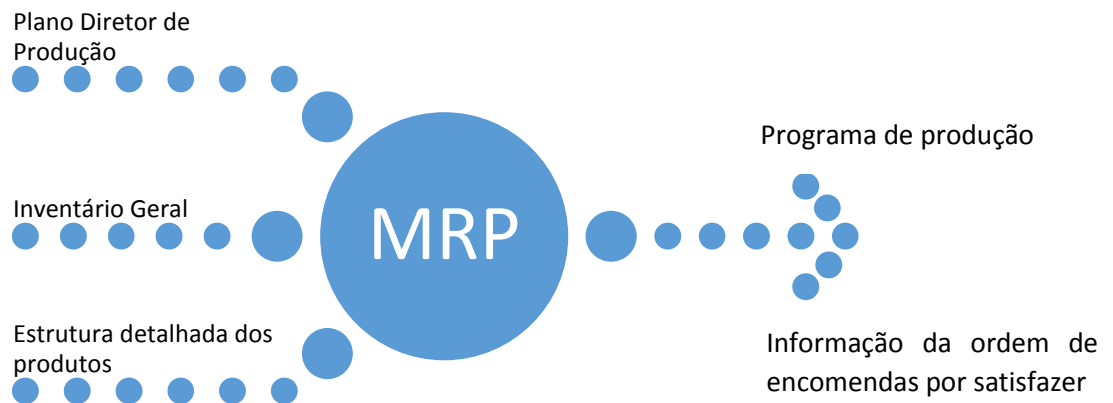


Figura 13 - Variáveis de entrada e saída de um sistema MRP

O Plano diretor de produção refere-se a produtos finais ou quase finais e fixa as quantidades e as datas em que esses produtos devem estar disponíveis para satisfazer a política de vendas da empresa, tendo sempre presente a procura prevista. O plano diretor é a estrutura base em que assenta todo o MRP. Traduz a política de produção da empresa e vai ter consequências sobre o aproveitamento dos recursos, sobre o serviço prestado aos clientes e sobre o investimento em stocks.

Convém não confundir o plano diretor com a previsão da procura. Esta ultima é uma tentativa de antecipação de acontecimentos que estão fora do controlo da empresa, enquanto o plano diretor reflete uma decisão sobre o que se vai produzir, quanto e quando. (Apontamentos FEUP)

O inventário geral contém informação sobre:

- As existências disponíveis em armazém;
- Necessidades brutas;
- Receções programadas;
- Início das encomendas/ordens de fabrico dos produtos;
- Tamanho dos lotes;
- Lead times;
- Níveis de stocks de segurança;
- Níveis limite de produtos defeituosos;
- Alterações diárias.

A estrutura dos produtos é a informação que permite converter as necessidades de produtos finais em necessidades de materiais componentes. Essa informação está hierarquizada de acordo com as várias fases do ciclo produtivo e contém as relações entre pais e filho que, podem ser representadas por um diagrama como os das figuras 8 e 9 do capítulo 2.1

Os sistemas MRP – Planeamento das necessidades de materiais têm como objetivos finais determinar o momento apropriado para fazer a encomenda de cada componente constituinte de um produto final e a quantidade a encomendar. Com este sistema, o programa de aprovisionamentos é estabelecido, depois de conhecido o programa de produção, e de forma a dar-lhe satisfação. Os sistemas MRP melhoram bastante a capacidade de planeamento, respondendo de forma versátil e rápida às variações de mercado de onde decorrem as necessidades de produção.

O sistema MRP na Gestamp Cerveira rege-se pelo princípio de Backward Scheduling. Backward Scheduling (programação ou agendamento para trás) é um método de determinação de um cronograma de produção, trabalhando para trás a partir da data de vencimento (ou tempo) para a data de início (ou tempo), e computando os materiais e o tempo necessário em cada operação ou fase. (Jacobs)

Backward Scheduling é considerar uma ordem de fabrico que contém uma série de operações sucessivas, afetar a essas tarefas os respetivos recursos para as realizar e decompor o fabrico de um produto final numa série de operações intermédias e programá-las na ordem inversa tendo em conta a data de entrega da peça final. Este método de cálculo é chamado de agendamento para trás, porque ele vai incidir a partir do último processo para a primeira operação.

De seguida são apresentados alguns exemplos que ilustram o funcionamento do Backward Scheduling na Gestamp Cerveira.

No primeiro caso estamos perante uma peça que é estampada na Gestamp, de seguida é enviada para fora para pintura, regressa à fábrica (sob a forma P*V00) para lhe ser soldado um componente e finalmente está pronta para ser entregue ao cliente.

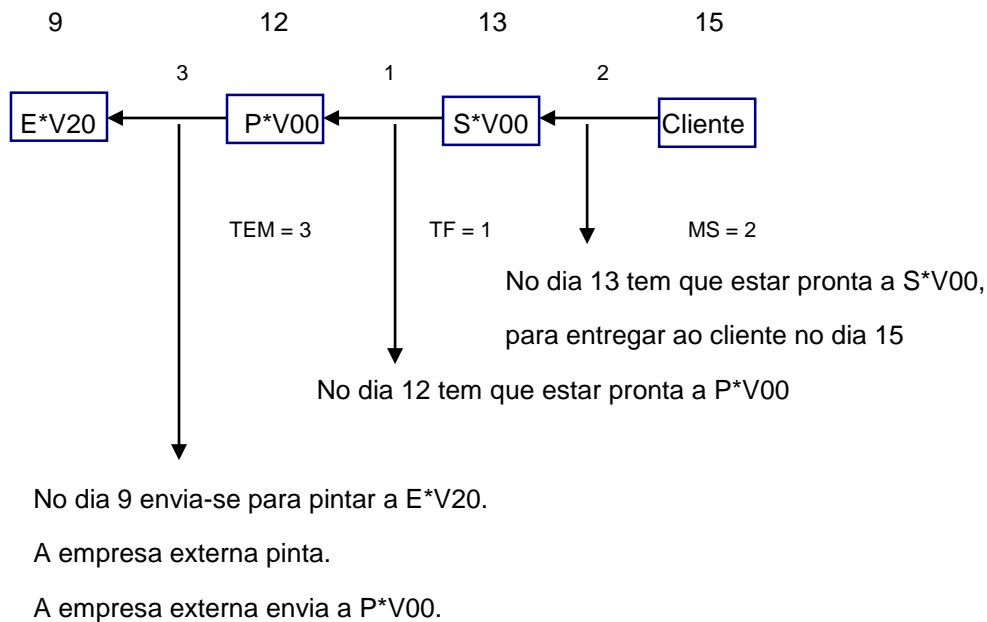
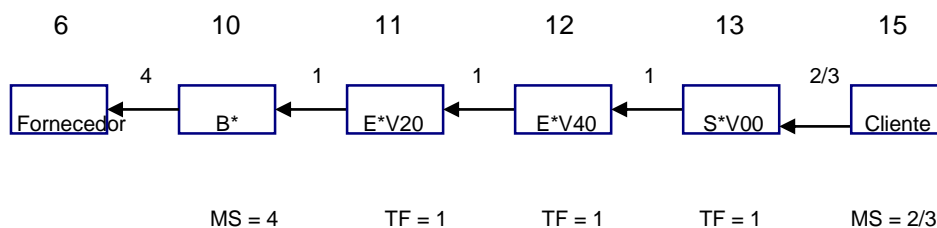


Figura 14 - Exemplo de funcionamento do Backward Scheduling (1)

O segundo exemplo mostra o caso em que não existe matéria – prima no momento em que se planifica, tendo assim que contabilizar o tempo que a bobine de chapa (B*) demora a chegar à fábrica. Para não haver erros na utilização deste princípio (Backward Scheduling) é fundamental as margens de segurança e tempos de fabrico serem os mais fidedignas possível. Nos dois exemplos pode-se constatar que o fluxo começa desde a data de entrega até à data da primeira operação ou data de receção da matéria – prima.



TEM - Tempo de entrega médio

TF – Tempo de fabrico

MS – Margem de segurança

Figura 15 - Exemplo de funcionamento do Backward Scheduling (2)

O “agendamento para trás” requer haver uma data de entrega ao cliente, pois o planeamento das operações anteriores a partir da data de entrega é que vai permitir calcular uma data de início de fabrico. As empresas usam o agendamento para trás e para a frente (Backward Scheduling ou Forward scheduling) para alocar recursos instalações e máquinas, plano de recursos humanos, processos de produção do plano e compra de materiais.

Em termos simplificados, é este o funcionamento do MRP: o produto final é decomposto numa série de artigos intermédios (estrutura) a que correspondem outras tantas fases de fabrico. O lançamento em produção de cada fase é antecipado do prazo de execução relativamente ao lançamento programado da fase seguinte; e as quantidades lançadas em cada fase devem satisfazer as necessidades para o lançamento da fase posterior. Este encadeamento permite cumprir o plano diretor com níveis de stock relativamente baixos. (Apontamentos FEUP)

Teoricamente, o MRP constitui um processo eficaz de gerir a produção e responder rapidamente às alterações da procura e dos planos de fabrico. Porém, a sua eficácia depende muito de haver uma base de dados exaustiva e rigorosa (sobre estruturas, gamas de fabrico e tempos), da correção nos procedimentos em todo o processo produtivo, do controlo de fabrico e da introdução oportuna das transações no sistema. Isso implica um elevado grau de organização empresarial. A utilização do MRP em empresas mal organizadas tem dado resultados bastante negativos, pois quaisquer erros introduzidos no sistema são repercutidos de forma exponencial.

Os benefícios da otimização dos sistemas MRP numa empresa incluem:

- Redução de stock;
- Aumento da eficiência da produção;
- Nivelamento da carga de trabalho pelas estações de trabalho na fábrica;
- Maior precisão nas datas de entrega;
- Estrutura formal de dados e processos;
- Integração das várias áreas funcionais (ERP);

Desvantagens dos sistemas MRP:

Quando o sistema MRP não se encontra totalmente dominado, ele apresentar alguns riscos de variada ordem, que podem fazer com que este tipo de técnicas deixe de ser uma vantagem competitiva por parte da empresa. Em primeiro lugar existe o perigo inerente ao trabalhar com um nível de stock de segurança mais reduzido, o que garante menor proteção no caso de haver movimentos inesperados em termos de entregas.

Outro problema relacionado com o nível de stocks é que, como estes sistemas trabalham com um nível mais reduzido, a encomenda de componentes terá de ser feita em menor quantidade mas de uma forma mais frequente, o que poderá incrementar os custos de aprovisionamento. Por fim, pode-se ainda alertar para o facto de que a utilização de software demasiado standard pode causar dificuldades de ajuste a situações específicas de produção de uma determinada empresa.

2.3.2 Planeamento da Produção na Gestamp Cerveira

O planeamento da produção na Gestamp Cerveira é apoiado no modelo acima descrito neste capítulo, ou seja, utilizando o SAP (software ERP existente na empresa) é gerado um documento que através das datas de entrega previstas para cada referência, calcula as necessidades de fabrico dessas mesmas peças, tanto das peças finais (...)V00 como do material que lhes dá origem. Assim sendo calcula as necessidades de fabrico dessas mesmas peças, indicando o dia em que devem ser produzidas e as respetivas quantidades em falta. Abaixo encontra-se um exemplo do documento usado como apoio no planeamento e lançamento das ordens de fabrico, neste caso de uma prensa de estampagem:

REF	STK REAL STK SEGUR STK FUNCION	STOCK EN 3°	C.TEOR C.REAL C.CLIE	CDM TEOR CDM REAL CDM CLIE	DIAS RUPT. CTD. RUPT.		Anterior a 17.06.2014	17.06.2014	18.06.2014	19.06.2014	20.06.2014	23.06.2014	24.06.2014
B579635V00	4.473	1.680	0,5	1.303	1- NEC	0		480	1.704	1.920	1.200	1.200	1.368
B58 RAIDISSEUR	3.864		0,5	1.128	1.575- STK	0		129	1.575-	3.495-	4.695-	5.895-	7.263-
PZA Ctv 7920	609		0,0	0	ENT	6.000		0	0	6.000	0	0	0
B630976V30	1.661	0	11,1	150	3- NEC	0		0	0	0	3.000	0	0
N68 Support Mot	0		0,0	0	1.339- STK	0		1.661	1.661	1.661	1.339-	1.339-	1.339-
PZA Ctv 7900	1.661		0,0	0	ENT	0		0	0	0	3.000	0	0

Figura 16 - Documento de apoio ao planeamento da produção

Entregas
previstas

Necessidades de
fabrico

Stock funcional

Neste informe constam as entregas previstas, o stock funcional de peças (stock total – stock de segurança), as necessidades de produção e o consumo médio diário. Normalmente são consideradas margens de 2 a 3 dias entre a data de necessidade de produção de uma determinada peça (...)V00 e a respetiva data de entrega.

Apesar do papel de extrema importância desempenhado pelo SAP, cabe à pessoa responsável pelo planeamento a tarefa de analisar os informes lançados pelo SAP para cada posto de trabalho e decidir a ordem das referências a fabricar (que posteriormente é apresentada no painel de fabricação das diferentes UAP), levando em consideração os seguintes fatores:

- Intervalo de tempo até à data de entrega;
- Disponibilidade de matéria- prima no instante em que se está a planear;
- Quantidades existentes em stock;
- Máquinas em que é possível fabricar uma determinada referência;
- Ferramentas disponíveis;
- Tipo de referência (V20 ou V00);



Figura 17 – Painel de fabrico da UAP4 com ordens de produção lançadas

Não existe nenhum software que realize o ordenamento automático das referências a entrar em máquina, tal é realizado mediante a experiência do responsável pelo planeamento da produção em conjunto com os encarregados.

O procedimento realizado no planeamento de produção da Gestamp Cerveira foi abordado para se melhor perceber a reorganização das referências na prensa P0025 no capítulo do emparelhamento de máquinas/processos.

2.3.3 WIP – Work in process

Nos próximos parágrafos irá ser abordado o tema do “em curso de fabrico”, onde se fará uma explicação em que consiste o assunto e o seu enquadramento no caso particular da Gestamp Cerveira.

O material em curso de fabrico pode ser visto como sendo peças parcialmente acabadas de uma empresa, à espera de conclusão e eventual venda. Esses itens nascem pelo facto de serem indispensáveis várias etapas ou operações para se produzir uma peça desde o estado de matéria – prima até à sua forma final, sendo inevitável a formação de stocks intermédios de produtos semi- acabados, que esperam uma ou mais transformações mecânicas.

Enquanto esperam essas mesmas operações, esses itens são guardados fisicamente em espaços de armazenamento temporário de material, denominados por buffers.

Na fábrica da Gestamp Cerveira existem alguns desses espaços, cada um deles reservado para diferentes tipos de produtos semi- terminados.



Figura 18 - Buffers existentes na Gestamp Cerveira

O nível de material WIP é um indicador importante para o departamento de produção da empresa, sendo diariamente monitorado através de documentos criados para o efeito. Material em curso de fabrico requer espaço de armazenamento, representa capital “preso”, não disponível para investimento e carrega um risco inerente ao facto de poder haver deterioração das peças.

O cálculo do WIP diário na fábrica é feito tendo convertendo o número de peças a entregar em horas de trabalho necessárias para as produzir.

O WIP pode ser reduzido através de várias formas

- (1) Redução do WIP através da redução do ciclo produtivo;
- (2) Redução do WIP através da diminuição dos lotes de fabrico;
- (3) Redução do WIP através da alteração da organização espacial da fábrica;

Reduzir o montante do WIP é, como já foi referido, um dos objetivos principais da dissertação e essa diminuição poderia ser feita usando a metodologia do ponto (3).

2.4 Soldadura por Resistência Elétrica

2.4.1 Introdução

O tema em estudo neste capítulo da dissertação é a soldadura por resistência elétrica (focando em particular a soldadura por resistência por pontos) onde irá ser feita uma descrição dos principais fundamentos técnicos em que está baseado o processo usado nas UAP 4 e 5 da fábrica da Gestamp Cerveira. O objetivo desta secção é sobretudo fornecer o suporte teórico que permita melhor entender os capítulos “Estudo de implementação de máquina móvel de Soldadura por Resistência” e “Análise diária de microparagens da Soldadura Pedestal”.



Figura 19 - Unidade Autónoma de Produção 5 (Soldadura Pedestal)

Nos processos de soldadura por arco elétrico o calor é em geral gerado à superfície da peça sendo distribuído por condução através da secção da peça. Nos processos de soldadura por resistência, ao invés, o calor pode desenvolver-se ao longo de toda a secção da junta. Nos processos de soldadura por resistência cria-se artificialmente um ponto ou zona de resistência elevada de modo a concentrar o calor desenvolvido nessa área. O modo como se produz aquela resistência caracteriza as diferentes variantes dos processos de soldadura por resistência.

A possibilidade de soldar duas peças fazendo - as atravessar por uma corrente elétrica de forte intensidade, foi descoberta em 1877 por Elihu Thompson. Ligando dois condensadores previamente carregados, aos bornes de uma bobine secundária de fio fino e deixando as pontas do enrolamento do primário do fio mais grosso, unidas por um simples contacto, a descarga de corrente no enrolamento secundário, originou uma tensão induzida no primário. Desta forma, ao circular pelo circuito primário fechado, a corrente elétrica provocou uma fusão dos extremos da bobina, deixando os fios soldados um ao outro.

As técnicas de soldadura por resistência são aplicadas em todos os domínios da indústria de transformação de metais e durante um longo período, certos sectores de fabrico basearam-se inteiramente na utilização destas técnicas, como foi o caso da indústria automóvel. (Aures 2006)

Visando melhorar o produto, a indústria automóvel tem introduzido materiais alternativos como plásticos, compósitos e alumínio com o objetivo de diminuir o peso e custo no produto final. O material da chapa normalmente usado é o aço ao carbono. Entretanto nos últimos anos o aço galvanizado tem sido utilizado devido à sua maior resistência à corrosão. Esta inovação da indústria trouxe dificuldades para atingir a mesma qualidade do processo, nomeadamente no ajuste dos parâmetros de soldadura e do processo como a influência do revestimento, resistência do ponto de soldadura e vida útil do equipamento, em especial os elétrodos.

2.4.2 Processos de Soldadura por Resistência Elétrica

Na tabela seguinte é possível observar, de forma muito sucinta as características dos vários tipos de soldadura por resistência elétrica:

Tabela 5 - Tabela resumo dos principais processos de soldadura por resistência

Tipo de junta	Tipo de soldadura	Processo Mecânico	Forma de aquecimento
Junta sobreposta	Por pontos	Com um par de elétrodos	Por resistência (Efeito de Joule)
		Com um par de elétrodos de pontas múltiplas	
		Por pontas duplas	
		Pontas múltiplas executadas por um equipamento	
	Contínua	Por roletes	
		Com dois roletes	
		Com um rolete e um suporte	
	Por bossas	Prensa de soldadura	
Junta topo a topo	Por resistência	Equipamento de soldadura topo a topo	Por resistência
			Por faísca
	Por faísca		Misto
Junta	Em T	Máquina de soldadura por pontos	Por resistência
		Máquinas de soldadura topo a topo	Por faísca

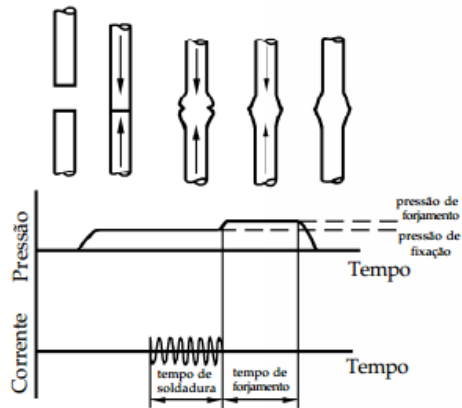


Figura 20 - Soldadura Topo a Topo

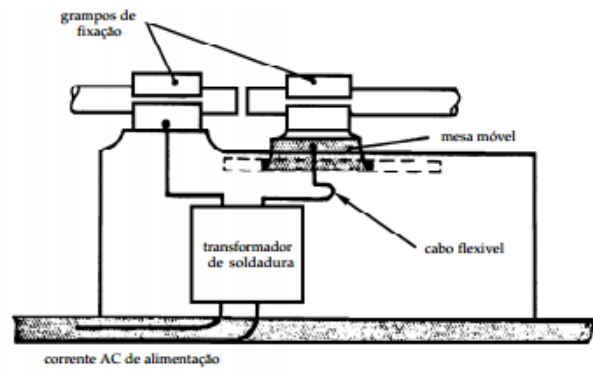


Figura 21 - Soldadura de Topo Incandescente

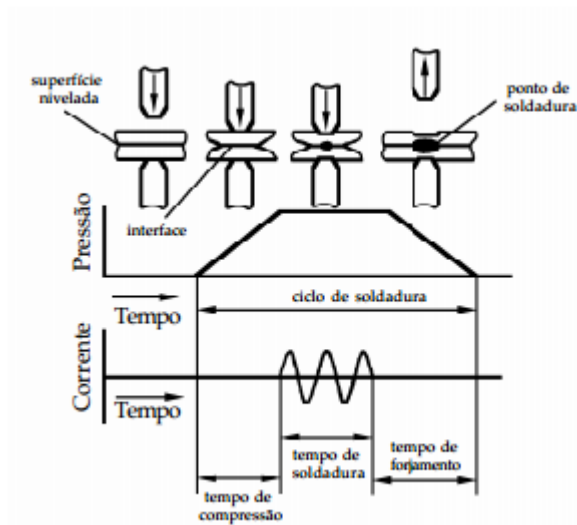


Figura 22 - Soldadura por Bossas

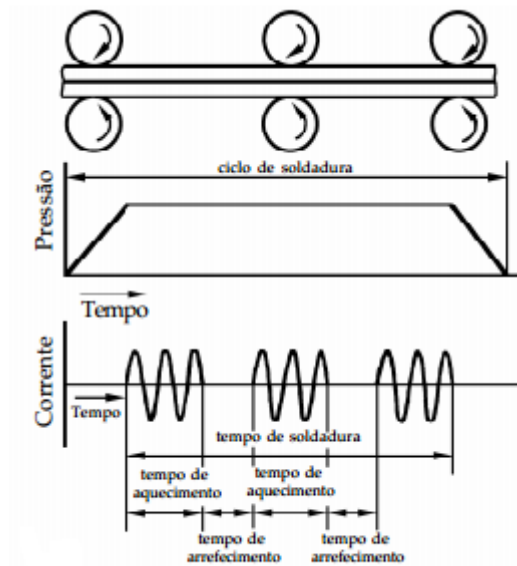


Figura 23 - Soldadura por Rolete

Vantagens dos processos de soldadura por resistência elétrica

- Processo económico;
- Fácil manuseio do equipamento;
- Não gera calor excessivo no material (ponto localizado);
- Não provoca deformação da chapa;
- Não altera a resistência do material ou monobloco;
- Não utiliza gases;
- Não utiliza deposição de material para realização da solda;
- Não é necessário o uso de abrasivos para o acabamento final;
- Diminui o risco de corrosão;

Limitações dos processos de soldadura por resistência elétrica

- Alto investimento e baixa portabilidade dos equipamentos;
- Limitado a juntas sobrepostas na maioria dos casos;
- Limitação de espessura máxima de chapa ou dimensão do perfil a soldar;
- Os custos dos equipamentos são geralmente mais altos do que os custos da maioria dos equipamentos de soldadura por arco elétrico;
- Soldaduras por pontos têm baixos limites de resistência à tração e à fadiga por causa do entalhe entre as chapas;
- Só se podem soldar entre si metais de naturezas diferentes quando suscetíveis de formar uma liga ou quando se introduz entre eles um material intermédio que pode ligar – se aos metais base;
- Desmontagem das peças soldadas para reparação ou manutenção é algo difícil;

2.4.3 Características da Soldadura por Resistência Elétrica por Pontos

A soldadura por resistência por pontos é um processo de soldadura autogénea, sem metal de adição e no qual as peças são pressionadas entre elétrodos, onde a corrente de alta intensidade proporciona calor para atingir ponto de fusão. A zona de junção das duas peças, como é a área de resistência elétrica mais elevada, aquece e funde os metais e a soldadura é executada. A quantidade de calor necessária e, por conseguinte, a intensidade da pressão aplicada e o tempo dependem do tipo de metal a ser soldado.

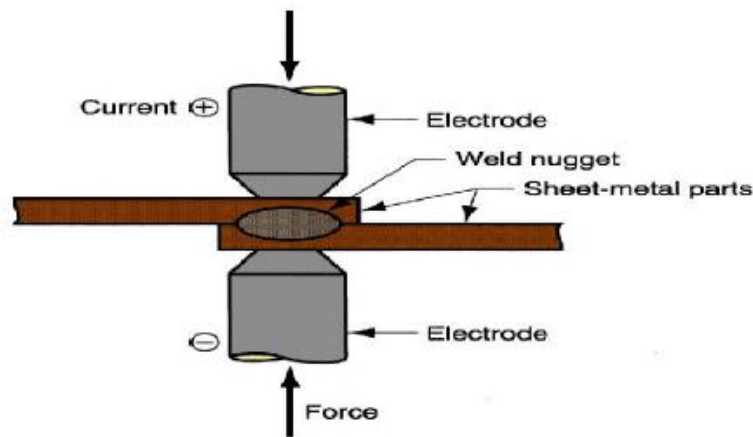


Figura 24 - Representação Esquemática de uma Soldadura por Pontos

A corrente de soldadura será a mesma em todas as partes do circuito independentemente da resistência instantânea em qualquer local do circuito, mas o calor gerado será diretamente proporcional à resistência naquele ponto. O calor gerado na superfície de contacto das peças é maior do que em qualquer outro ponto localizado no circuito secundário e, durante a primeira parte do intervalo de tempo de soldadura, ele é responsável pela geração de calor na região de soldadura.

Trata-se de uma soldadura em que as peças são soldadas entre si apenas através de porções limitadas das suas respetivas superfícies, isto é, apenas por “pontos de soldadura”. O objetivo deste processo é realizar, mediante esses pontos, a união por recobrimento, de elementos metálicos cuja espessura é relativamente pequena em relação às suas restantes dimensões.

O ponto de soldadura, é formado por um núcleo de metal aquecido até à sua fusão no local de contacto entre as duas chapas. Após a sua solidificação, constitui uma união localizada entre elas. Esta união é perfeitamente contínua e com as mesmas características físicas e metalúrgicas que os metais de base. O núcleo de soldadura tem como plano de simetria o plano de separação as duas peças.

As faces exteriores das chapas estão em contacto com os elétrodos, numa superfície delimitada pelas pontas destes. Estes elétrodos em contacto de pressão com as peças a soldar, estão conectados aos bornes do secundário de um transformador elétrico cuja missão é fornecer uma corrente elétrica de elevada intensidade e baixa voltagem. Estando desta forma o circuito secundário fechado pelas peças a soldar, provoca-se a passagem de uma corrente elétrica através do mesmo durante um tempo determinado.

T – Transformador

P – Primário

S – Secundário

I – Corrente secundária

F – Pressão dos elétrodo

E – Elétrodo

M – Materiais a soldar

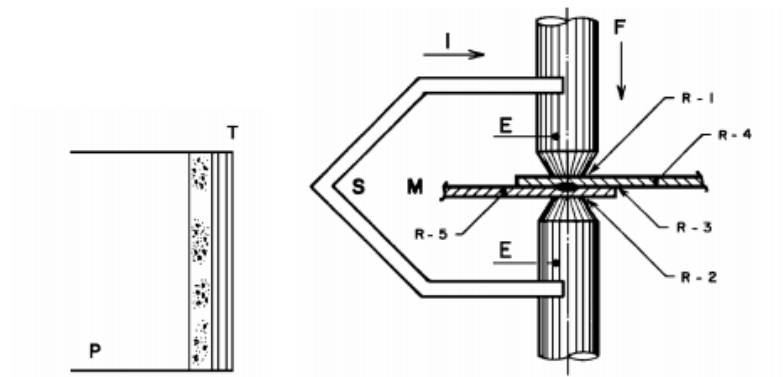


Figura 25 - Esquema do Circuito Elétrico (Aures 2006)

2.4.4 Parâmetros de Regulação da Soldadura por Resistência por Pontos

Resistência Elétrica

A união das chapas no processo de soldadura por resistência por pontos dá-se pelo calor gerado por efeito Joule, que depende diretamente da corrente (I), da resistência elétrica e do tempo em segundos (t) pois $Q = RI^2T$ onde:

Q = Calor em Joules gerado durante a soldadura;

I = Corrente elétrica de soldadura em (A);

R = Resistência elétrica de soldadura em (Ω);

T = Tempo de imposição da corrente de soldadura em (s);

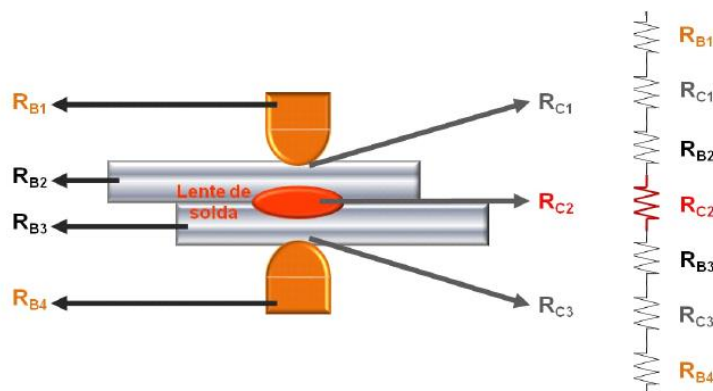


Figura 26 - Representação de todas as resistências presentes na soldadura por pontos

Na figura apresentada em cima observa-se que a variável R , presente no cálculo do calor gerado, corresponde à soma de todas as resistências no circuito onde a corrente passa, como as resistências dos elétrodos ($RB1$ e $RB4$), as resistências das chapas ($RB2$ e $RB3$) e as resistências de contacto ($RC1$, $RC2$ e $RC3$). O local onde se quer obter a temperatura mais elevada é onde se deseja que ocorra a soldadura (lente), ou seja, no contacto entre as duas chapas ($RC2$).

A resistência própria e a resistência de contacto, das duas pequenas porções de chapa, compreendidas entre os elétrodos, são muito elevadas em comparação com as resistências das outras partes do circuito. Nestas porções de chapa produz-se então uma libertação intensa de calor. Um núcleo de secção mais ou menos elíptica, pertencente a ambas as peças, entra em fusão na zona do seu contacto. Passado algum tempo, interrompe-se a corrente eléctrica que circula no circuito, enquanto o esforço de compressão continua a ser aplicado sobre as peças por intermédio dos elétrodos. O núcleo fundido, chamado ponto de soldadura e solidifica-se assim sob pressão. O fim da operação de soldadura consiste na elevação do eléctrodo superior.

Força de aperto

Numa máquina de soldadura por resistência por pontos, a força exercida pelos elétrodos sobre o material pode ser de origem mecânica (equipamentos de baixa capacidade), pneumática (equipamentos mais rápidos) ou hidráulica (maior força).

A força (F) exercida pela ponta do eléctrodo é resultante da aplicação de uma pressão (P) num pistão de uma dada área (A_{sec}) de secção transversal ($P=F/A_{sec}$). Sendo assim, nos equipamentos industriais, quando se tenta regular a força, na realidade o que se está a ajustar é a pressão do sistema pneumático (por exemplo). A resistência eléctrica aumenta quando a força nos elétrodos é pequena, devido ao contacto incompleto entre as superfícies. Quando a força de aperto do eléctrodo aumenta, a energia térmica diminui. Isto significa que a força de eléctrodo elevada exige uma maior intensidade de corrente. Quando a corrente de soldadura sobe demasiado poderão ocorrer salpicos;

Intensidade de corrente

A corrente de soldadura é fornecida pela rede de alimentação, atravessando o circuito primário do transformador e percorrendo o circuito secundário até chegar à peça. Ambos os tipos de corrente AC e DC são utilizadas na soldadura.

A corrente de soldadura tem um efeito muito maior na geração de calor do que a resistência ou o tempo, devido a sua influência quadrática. A corrente de soldadura para além de possuir um limite inferior, abaixo do qual não se conseguem obter os necessários aquecimento e fusão do material para se realizar a soldadura, tem também um valor máximo a partir do qual ocorre deformação plástica de toda a secção em contacto com os elétrodos.

No entanto, mesmo aplicando correntes elevadas, podem-se obter soldaduras com uma menor área termicamente afetada bastando para isso utilizar tempos de soldadura mais curtos.

Tempo de soldadura

É a duração do fornecimento de corrente necessária para a realização do ponto de soldadura. Quanto maior for o tempo de soldadura maior serão as perdas de calor por dissipação, diminuindo o rendimento térmico do processo além de aumentar as distorções nas peças que se estão a soldar. Sendo assim, o ideal será, muitas vezes, utilizar o menor tempo de soldadura possível.

Mediante o tipo de máquina utilizado, o tempo de passagem de corrente pode ser regulado pelo operador ou por um temporizador automático incorporado no equipamento. O tempo de passagem da corrente depende, naturalmente de vários fatores, nomeadamente o tipo de materiais a soldar, da sua espessura, acabamento da superfície e força de aperto.

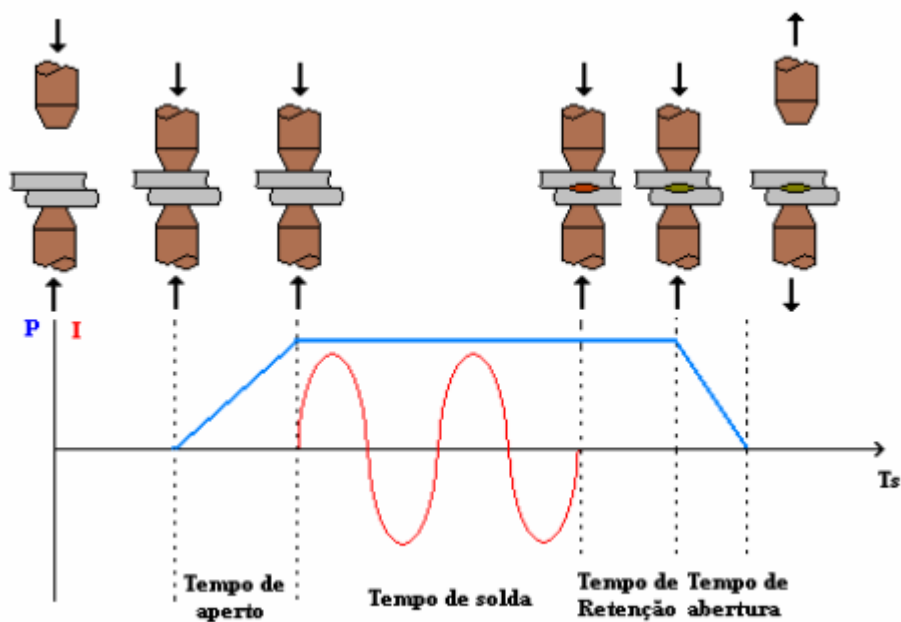


Figura 27 - Evolução da pressão (a azul) e corrente (a vermelho) aplicada durante o tempo de uma soldadura (Aures 2006)

Quando o fluxo de corrente cessa, a força dos eletrodos ainda é mantida enquanto o metal de solda rapidamente arrefece e solidifica. Os eletrodos são retraídos após cada ponto de solda. A área por onde a corrente de soldadura é limitada pelo diâmetro e contorno da face do eletrodo.

2.4.5 Configurações de montagem das fontes de soldadura

Os equipamentos de soldadura são fabricados em diversas configurações de montagem para atenderem a necessidades específicas de determinados produtos, mas basicamente a grande maioria dos equipamentos de soldadura são fabricados em três formatos de montagem:

- Máquina de soldadura fixa ou pedestal;
- Máquina de soldadura multiponto;
- Máquina de soldadura portátil;

Na Gestamp Cerveira (UAP 4 e 5) existem vários postos do tipo fixo ou pedestal. Na figura seguinte é possível observar os vários componentes que uma máquina dessa configuração contém:



Figura 28 - Máquina Pedestal existente na Gestamp Cerveira

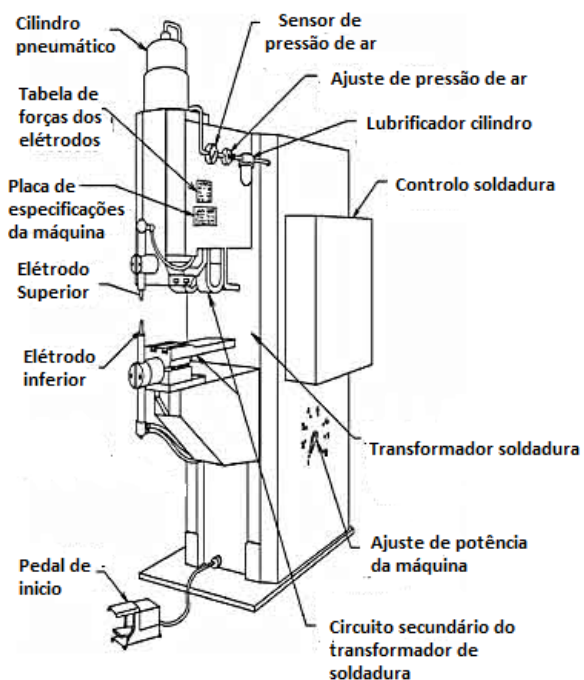


Figura 29 - Elementos de uma máquina de soldadura pedestal

Os equipamentos de soldadura fixos (pedestais) são usados em processos de soldadura por pontos ou de projeção. Geralmente, como acontece na Gestamp Cerveira, são utilizadas para peças de pequeno porte, onde estas são manejadas por operários que transportam a peça, fixando-as entre os eletrodos do equipamento. Como habitualmente as peças estão nas mãos dos operários e são estes que comandam o processo, o acionamento da máquina é feito através de um pedal ou de um comando bi-manual.

As máquinas pedestais existentes na fábrica seguem o mesmo processo de soldadura mas apresentam pequenas diferenças no que diz respeito a dois parâmetros: potência máxima e número de cilindros, que determina o número de soldas que um aparelho é capaz de realizar simultaneamente.

2.4.6 Materiais soldáveis:

Podem – se soldar por resistência quase todos os tipos de aço, ferro fundido maleável, metais leves e ligas não ferrosas. Em relação aos metais, materiais como alumínio, zinco, cobre, latão ou prata podem ser soldados por resistência desde que sejam feitas afinações nos equipamentos a utilizar.

O principal problema ao trabalhar com materiais como o Cobre ou Prata, é que tendo em conta a sua condutividade térmica e elétrica, o material pode soldar-se rapidamente ao próprio eletrodo, para além de serem necessárias maiores potências por parte da máquina de soldadura.

A solda por resistência é também um dos melhores processos conhecidos para chapas delgadas e sensíveis ao calor.

De seguida é apresentada uma tabela que mostra a compatibilidade de soldar por resistência diversos tipos de metais.

A – Excelente B – Bom C – Regular D – Mau E – Muito mau F – Impraticável

Tabela 6 - Compatibilidade ao soldar de alguns metais

Metais	Alumínio	Aço Inox	Latão	Cobre	Níquel	Zinco
Alumínio	B	E	D	E	D	C
Aço Inox	F	A	E	E	C	F
Latão	D	E	C	D	C	F
Cobre	E	E	D	F	D	E
Níquel	D	C	C	D	A	F
Zinco	C	F	E	E	D	C

2.4.7 Eléttodos

Os eléctrodos são uma parte fundamental na soldadura por resistência não só por serem o componente que está em contacto directo com as peças, mas por terem a finalidade de conduzir a corrente de soldadura para o componente a soldar, aplicar força para juntar as peças e retirar ou reduzir o calor da superfície da peça de trabalho além de manter a sua forma e características originais de condutor térmico e eléctrico em todas as condições de trabalho. Para um bom funcionamento do processo e para a obtenção de cadências de soldadura elevadas os eléctrodos devem ter as seguintes propriedades: (Aures 2006)

- Boa condutividade térmica;
- Boa condutividade eléctrica;
- Uma resistência de contacto com as peças a soldar tão pequena quanto possível;
- Uma dureza e resistência mecânica que lhe garantam a indeformabilidade, mesmo a temperaturas de 200-300 °C;
- Devem ser peças ocas para circulação interior de água;

Tendo em conta as características acima descritas, não surpreende que o cobre seja o material mais utilizado no fabrico de eléctrodos, com a possível adição de outros metais (Cr, Mo, W ou Cd) em função dos materiais a soldar ou para acrescentar alguma dureza aos eléctrodos. O tempo de vida útil de um eléctrodo numa máquina de soldadura é medido através do número de soldas que o mesmo consegue realizar sem necessidade de intervenção ou reparação.

Outro parâmetro importante é a geometria dos eléctrodos, que pode apresentar formas diversas para atender a um amplo conjunto diferenciado de peças a soldar.



Figura 30 - Eléttodos em Cobre

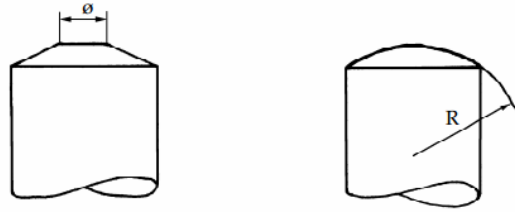


Figura 31 - Dimensões de referência de eletrodos, com ponta tronco – cônica e esférica

Os quadros seguintes permitem saber o diâmetro do ponto de soldadura para soldar utilizando os materiais Aço inox e Alumínio e o diâmetro da ponta (tronco- cônica) e o raio da ponta (esférica) dos eletrodos aproximados em função da espessura de chapa de aço.

Tabela 7 - Diâmetro do ponto de soldadura em função de espessura de chapa de aço ou alumínio

Espessura da chapa (mm)	Intensidade de corrente (A)	Tempo de soldadura (Ciclos)	Força de compressão (Kg)	Diâmetro do ponto (mm)
Aço Inox				
0,5	3200	3	140	2,5
1	7000	6	350	4,6
1,5	9000	8	450	5,6
2	12000	12	800	7
3	16000	16	1100	8,5
Alumínio				
0,5	18000	4	140	3
1	28000	7	240	4,5
1,5	34000	12	350	6
2	42000	14	400	7
3	63000	15	650	9

Tabela 8 - Diâmetro da ponta (tronco- cônica) e raio da ponta (esférica) em função de espessura de chapa de aço

Espessura da chapa [mm]	1	2	3	4	5	6	7	8
Diâmetro da ponta (tronco -cônica) do eletrodo [mm]	4,5	6,5	8,5	10,5	12,5	14,4	16,5	18,5
Raio da ponta (esférica) do eletrodo [mm]	50	75	75	100	100	150	200	200

2.4.8 Tecnologia Inverter

Uma máquina de soldadura que utiliza a tecnologia inverter é um aparelho que com uma única fonte de alimentação é capaz de fornecer uma corrente de alta frequência. O funcionamento desta tecnologia é muito simples, o equipamento usa uma série de retificadores e interruptores para converter 60 Hz de corrente alternada (a corrente de entrada) em corrente contínua de alta frequência (corrente de saída). A quantidade de corrente e voltagem disponível durante o processo de soldadura é controlada por um software. Comparando com uma máquina de soldadura normal, a que faz uso da tecnologia inverter pesa bastante menos, para além de consumir menos eletricidade.

Um equipamento tradicional utiliza um transformador, contendo um núcleo de ferro, para converter 60 Hz de baixa corrente (alta tensão AC) em 60 Hz de alta corrente (baixa tensão AC). Em seguida, usa um retificador para converter AC em DC. Em oposição, uma máquina de soldadura de tecnologia inverter usa um retificador para converter 60 Hz de corrente alternada (AC) em 60 Hz de corrente contínua (DC). Posteriormente ocorre a conversão da corrente de entrada de baixa frequência em corrente de saída de alta frequência. As frequências de saída típicas variam entre 10 000 e 20 000 Hz e são atingidas graças a componentes eletrónicos. Resumindo, a tecnologia inverter permite-nos obter uma maior energia de saída a partir de uma fonte de alimentação.

Vantagens da tecnologia inverter

- Apesar de ter em comum com a tecnologia convencional o facto de necessitar de um transformador, para converter a corrente de entrada em corrente adequada para soldar, através do método inverter conseguem-se atingir maiores frequências;
- Como o processo de conversão de corrente é mais eficaz, os equipamentos são de tamanho e peso inferiores ao normal;
- O consumo de energia também é reduzido porque o transformador incorporado faz uso de uma tecnologia mais avançada para que não se perca muita energia através sob a forma de calor para a máquina;

2.5 Softwares de controlo e monitorização

Atualmente os departamentos de informática das grandes empresas assumem enorme preponderância no que diz respeito a todos os parâmetros do sistema produtivo. No caso da Gestamp Cerveira, tendo em conta a sua diversidade de máquinas e peças fabricadas, o suporte informático presta um grande auxílio a todos os departamentos da fábrica e foram utilizados em vários trabalhos da dissertação. Na Gestamp Cerveira, os principais sistemas informáticos usados são:

- SAP
- Captor
- BIW

2.5.1 Ferramenta de apoio à gestão - SAP

O SAP é um sistema de informação que integra todos os dados e processos da fábrica. Este tipo de software de gestão empresarial designa-se por ERP (Enterprise Resource Planning). Os ERPs em termos gerais, são uma plataforma de software desenvolvida para integrar os diversos departamentos de uma empresa, possibilitando a automatização e armazenamento de todas as informações relevantes para a normal atividade da fábrica.

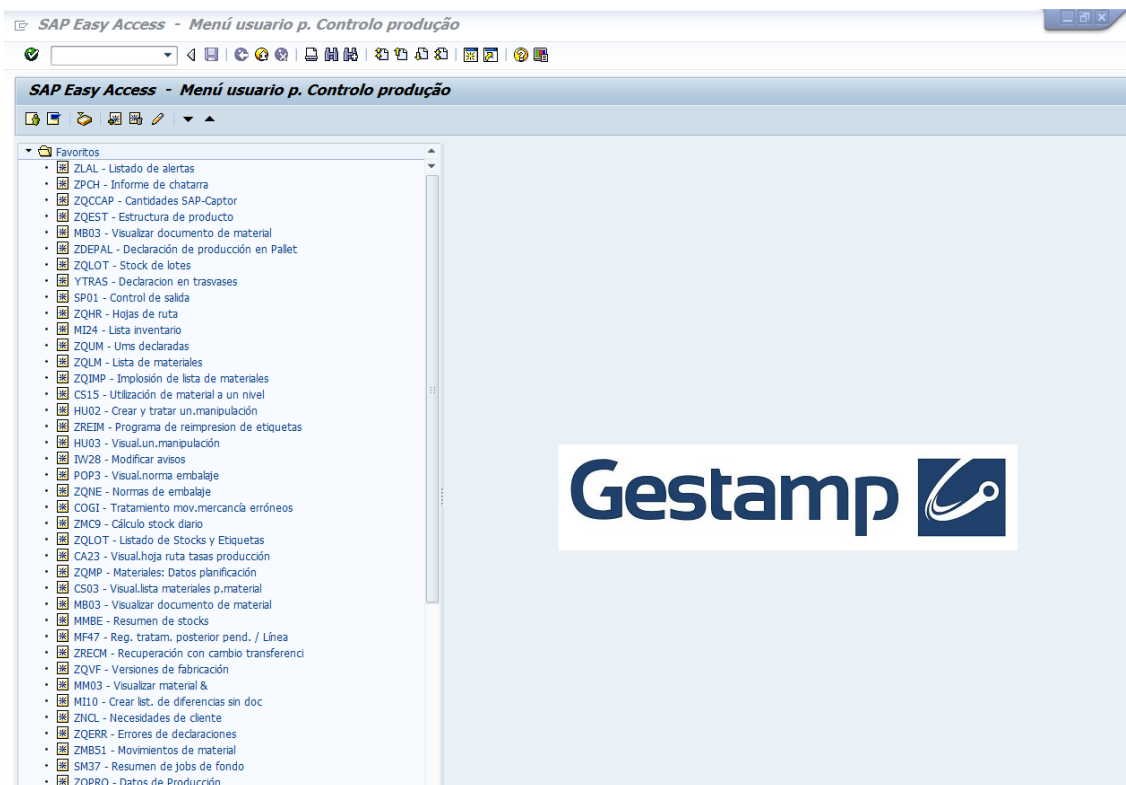


Figura 32 - Menu inicial do programa SAP

O software funciona também como uma base de dados onde se podem consultar produtos, co - produtos, matéria-prima, componentes e se conseguem gerar informes relacionados com planeamento e controlo de produção. Para que estas observações sejam realizadas de forma expedita, são executadas transações, cada uma delas desenhada para fornecer um determinado tipo de informação. Após preencher os campos mínimos indispensáveis no formulário de pesquisa, obtemos então a informação desejada, que pode ser referente apenas a uma peça, por exemplo, ou em relação a uma quantidade de peças, vindo assim a informação sob a forma de uma listagem.

A informação que consta no SAP pode ser editada ou atualizada, no entanto, apenas por quem tem autorização para aceder às transações que permitem efetuar essas mesmas modificações.

Para cada departamento existem transações específicas de acordo com o papel desempenhado no sistema produtivo por cada uma das secções da fábrica. O SAP é, assim sendo, utilizado por toda a fábrica e constitui-se como uma ferramenta de primordial importância em todo o trabalho realizado na empresa durante o estágio.

Na tabela seguinte constam as principais ordens do SAP utilizadas no departamento de produção da Gestamp Cerveira:

Tabela 9 - Tabela resumo das principais transações utilizadas pela produção da Gestamp Cerveira

Transação	Função
ZRF2	Leitura de matéria – prima para a cabeceira da máquina
ZRF3	Devolução de matéria – prima, não utilizada, ao armazém no fim da produção
ZDE1/ZDEPAL	Declaração de produção em “um passo”/”Pallet”
ZANU	Permite anular produção
ZQLM	Consulta da lista de materiais de uma determinada peça
ZQIMP	Permite saber em que peça final entra uma determinada matéria – prima
ZQUEST	Permite saber que matérias – primas entram numa determinada peça final
ZQCCAP	Permite extrair a comparação Captor – SAP para critérios (referências, datas, máquinas) pré – selecionados;
MMBE	Consulta dos stocks existentes na fábrica de cada referência

2.5.2 Sistemas de Controlo e Monitorização

Captor:

O Captor é um sistema informático que opera com base nos sinais enviados por todas as máquinas da fábrica. Todos os postos de trabalho estão ligados e sincronizados com o objetivo de indicar os golpes dados em cada turno para as referências que estiveram em máquina nesse intervalo de tempo, bem como transmitir a informação sobre o estado da máquina em cada instante.

Para além da função de monitorização – acompanhamento em tempo real da situação de cada máquina da fábrica, quer estejam a produzir ou não – o Captor permite ainda recolher informação que possibilita a análise do rendimento das máquinas durante o tempo produtivo, nomeadamente comparando as cadências teórica e real de uma máquina quando produz uma determinada peça e fazendo ajustes nessa quantidade teórica sempre que necessário.

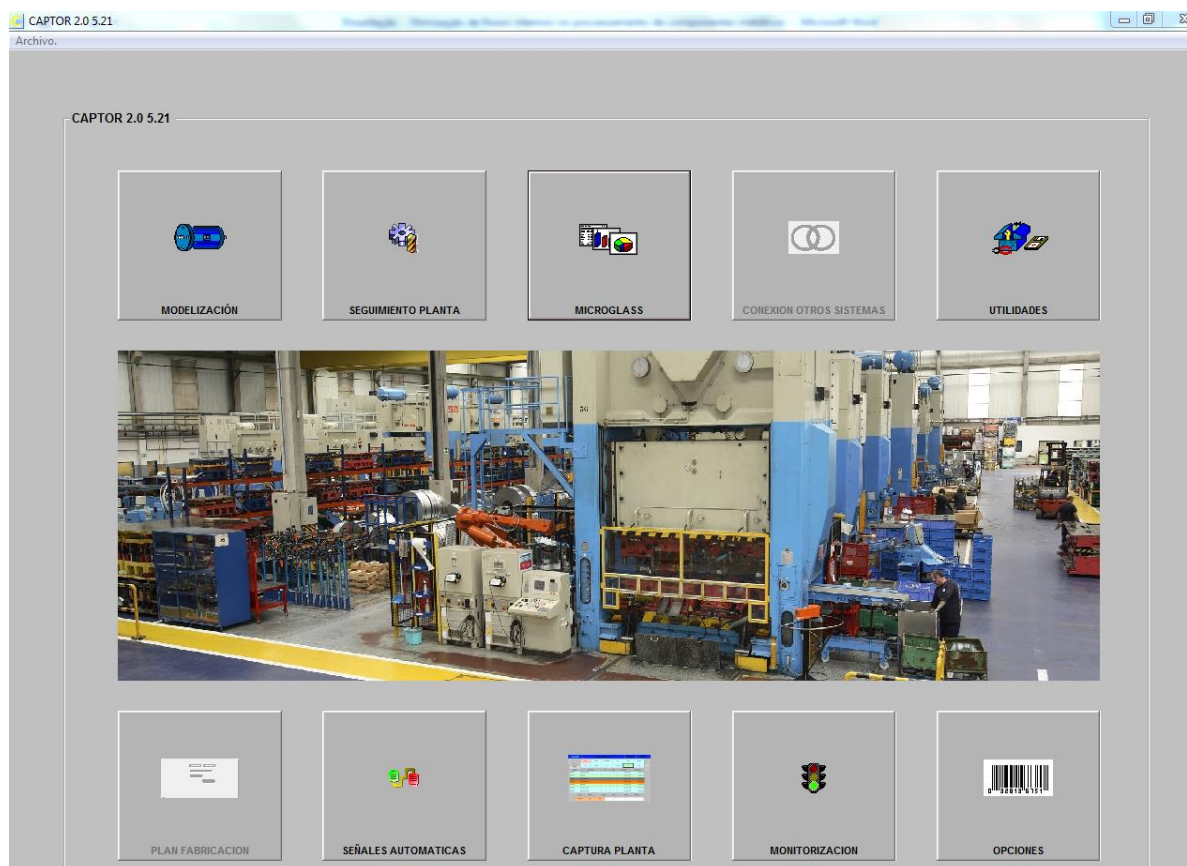
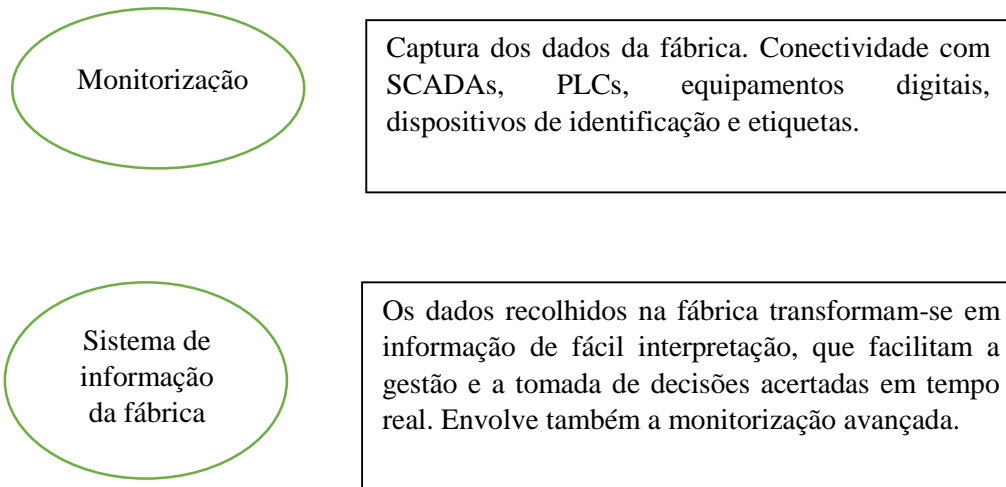


Figura 33 - Menu inicial do software Captor

Captor é um sistema de gestão de fábrica que dispõe de diferentes módulos de aplicação, sendo que, neste caso, os mais relevantes para os trabalhos realizados foram:



Sistema de informação da fábrica

Consiste num conjunto completo de relatórios para analisar e seguir a evolução da atividade da fábrica. A informação relativa a dados no momento atual/turno atual, assim como os dados históricos estão disponíveis para o utilizador em qualquer momento.

Monitorização

Este módulo permite a recolha e apresentação da informação no ambiente de fábrica em tempo real.

Informação capturada
Referências
Quantidades e tempos
Incidências de produção
Incidências de manutenção
Dados de qualidade
Variáveis do processo

Informação apresentada
Estado das máquinas e operários
Documentação em fábrica
Códigos de cores (estados)
Fabricação, incidências e indicadores
Lâminas de monitorização

Tabela 10 - Principais características da Monitorização

Sinais para a fábrica
Arranque/paragem das máquinas
Causas de paragem atribuídas de forma automática
Contagem automática de unidades

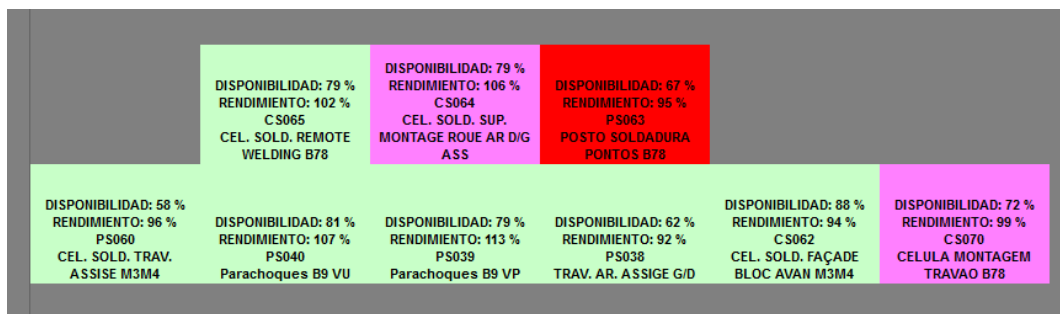


Figura 34 - Monitorização Captor de um grupo de máquinas

Conexão Captor – ERP

Consiste na integração entre a atividade da fábrica e os processos administrativos e de gestão. Permite a eliminação de toda a burocracia e de todas as tarefas de *reporting*. Para facilitar a integração, existem modelos padrão parametrizáveis, o que permite uma rápida implementação, garantindo a facilidade de manuseamento pelo utilizador final e a coerência da informação.

Indicador BIW

O BIW é um sistema associado ao SAP que aglomera as informações lançadas pelo SAP e por Captor referentes a cada posto de máquina. O resultado dessa agregação de dados vem sob a forma de indicadores industriais, em que são gerados e analisados alguns parâmetros de medida de desempenho referentes ao dia anterior de produção em todas as UAP da fábrica.

Para além de servir para análise interna dentro da Gestamp Cerveira, estes indicadores constituem-se como uma forma de uniformizar uma medida de performance para as fábricas do grupo Gestamp.

Os parâmetros observados através dos indicadores são:

- Disponibilidade: mede o nível de utilização dos meios e é o indicador de gestão operativa fundamental das fábricas. Representa a percentagem de tempo que a máquina ou linha de produção esteve a trabalhar, sobre o tempo previsto de carga de máquina. Ou seja, como afeta as incidências ou paragens da instalação. A paragem de uma máquina por “Falta de carga de trabalho” - ausência de carga na máquina – não afeta a disponibilidade.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Operacional} - \text{T. paragens planificadas} - \text{T. paragens não planificadas}}{\text{Tempo Operacional}}$$

Equação 1 - Equação da Disponibilidade de uma máquina

- Rendimento: Representa a velocidade relativa, é a relação entre a velocidade real e velocidade máxima teórica (standard) para uma determinada referência;

$$Rendimento = \frac{\sum_{i=0}^n (Peças \times Tempo \text{ Ciclo})_i}{\sum_{i=0}^n (Tempo \text{ produtivo})_i}$$

Equação 2 - Equação do Rendimento de uma máquina

A inconstância de velocidade produtiva (cadência), ou seja, o desvio em relação à cadência de produção padrão, previamente definida, é a causa principal para as variações de rendimento de uma máquina.

- OEE: Representa a eficiência da máquina e/ou instalação, é um indicador conhecido pelas siglas em inglês OEE (**O**verall **E**quipment **E**fectiveness), ou seja o Índice de Efectividade Global de Equipamentos. Indica como afecta á máquina e/ou instalação todos os agentes de perdas (paragens Planificadas e Não Planificadas, perdas de velocidade e perdas de qualidade).

$$OEE = \text{DISPONIBILIDADE} * \text{RENDIMIENTO} * \text{CALIDAD}$$

Equação 3 - Cálculo do OEE

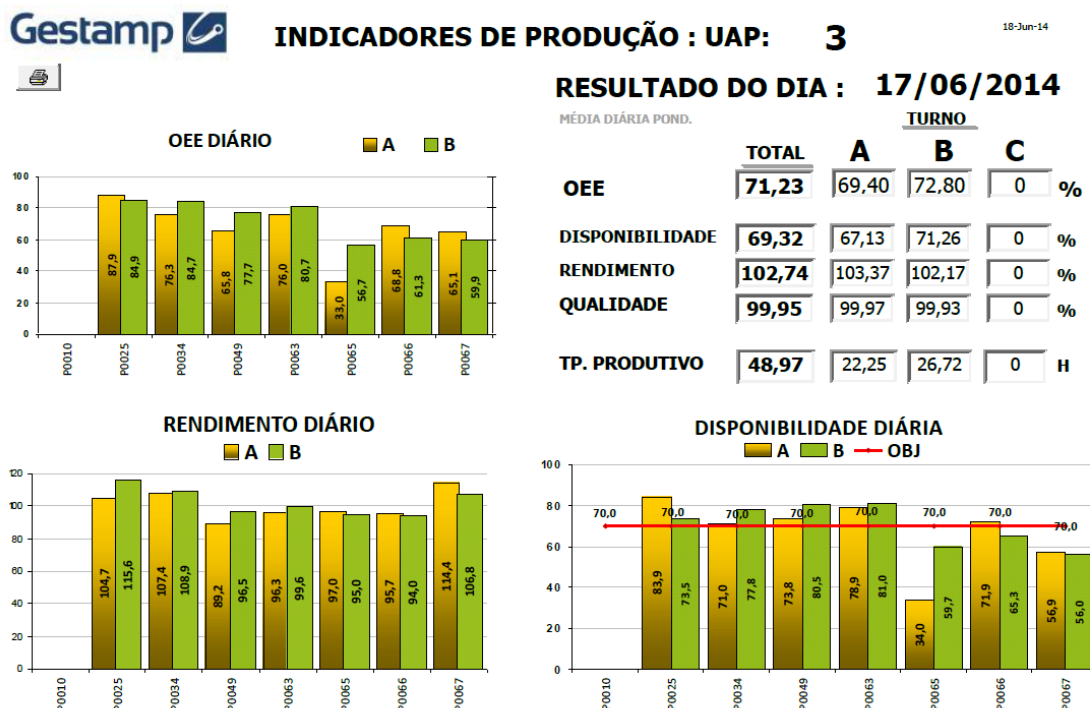


Figura 35 - Exemplo de gráficos indicadores de produção da UAP3

- Microparagens: Contabiliza todos os pequenos períodos em que uma máquina de soldadura pedestal está parada dentro do tempo produtivo. Esses períodos duram um máximo

de 25% do tempo de ciclo de uma máquina. Essas paragens podem ser devido, por exemplo, a retirar da ferramenta a peça fabricada e a colocação de outra para soldar.

ANÁLISE DIÁRIA => MICROPARGENS

PEDESTAL

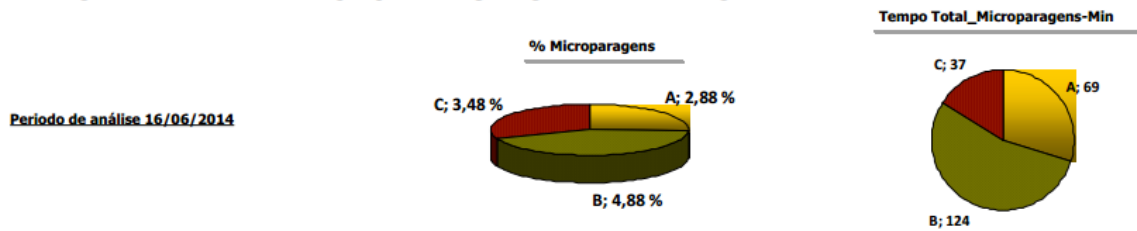


Figura 36 - Gráficos indicadores de micropargens da Soldadura Pedestal

- Incidências diárias: Correspondem a factos marcantes que não permitem que haja produção. Algumas destas paragens são planeadas e é inevitável que aconteçam, outras correspondem a situações de avaria. O tempo de cada uma destas paragens é sempre contabilizado. A soma do tempo produtivo com o tempo de todas estas paragens corresponde ao tempo operacional de um posto de trabalho.

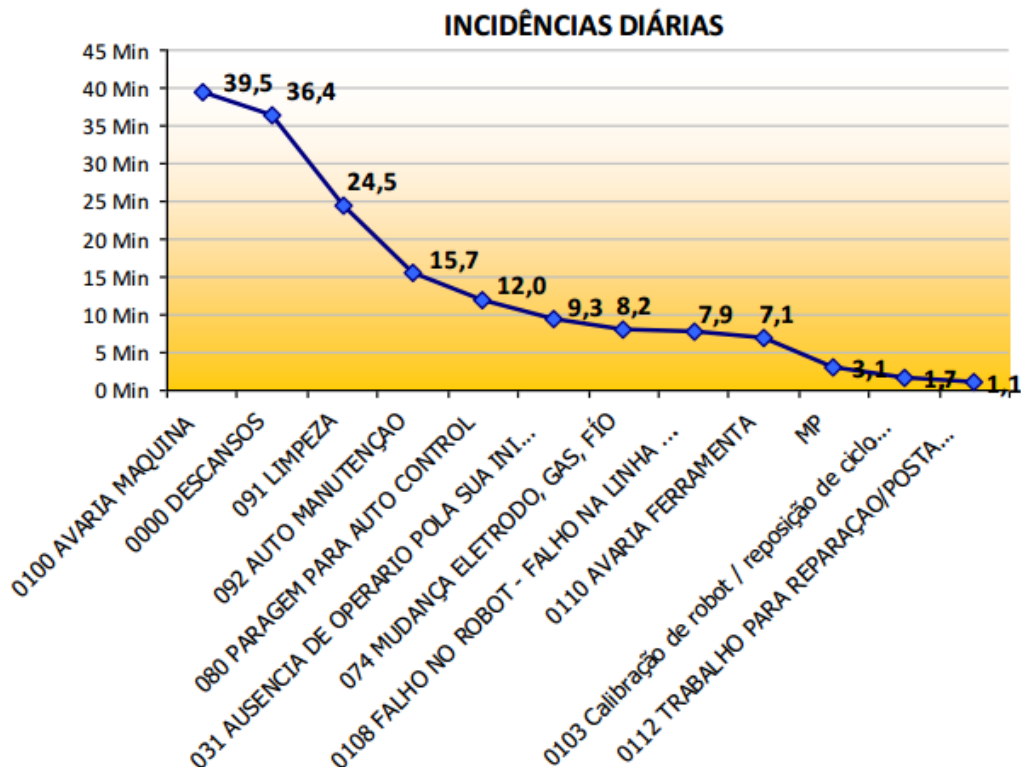


Figura 37 - Incidências ocorridas num posto de trabalho durante um dia de produção

Existem diversos tipos de indicadores BIW que são extraídos diariamente pelo controlo de produção e que são distribuídos por todas as UAP. Os dados que são retirados referem-se sempre ao dia anterior de produção, incluindo informes como:

- Indicadores de OEE, Disponibilidade e Rendimento de todas as UAP;
- Indicadores de incidências diárias por posto de trabalho;
- Indicadores de microparagens por turno;
- Análise da performance por grupo de máquinas: Células de soldadura, Soldadura Pedestal e Estampagem;
- Análise da performance geral da fábrica;

3. Otimização de Fluxos Internos no Processamento de Componentes Metálicos

Este capítulo desta dissertação inicia a descrição das atividades práticas que foram levadas a cabo no sentido de atingir os objetivos finais do projeto “Otimização de fluxos internos no processamento de Componentes Metálicos”. Mais precisamente, a secção denominada “Emparelhamento de máquinas/processos” foi concebida para responder aos objetivos de redução de material em curso (WIP) e redução de manipulações de material semi – terminado.

O crescimento da carga de trabalho pode obrigar as empresas e em particular os departamentos de produção das respetivas fábricas a procurarem novas soluções no que diz respeito à disposição de máquinas e a reinventarem o layout fabril de modo a torna-lo o mais rentável e vantajoso possível. No entanto o facto de já se ter evoluído no aspeto de organização do layout, nomeadamente na tentativa de organizar a fábrica por UAP, com a criação de células de soldadura que incluem várias operações numa só célula ou nos postos de montagem de pedaleiras onde num só posto se dá a montagem integral dos conjuntos, leva as empresas a procurarem antes tentar reduzir o número de operações para produzir uma peça final ou em tentar transformar a matéria – prima em produto final num só fluxo, sem necessidade de manipulação e transporte de material semi- terminado, o que só acarreta custos e constitui uma perda de tempo. Essas eram, portanto, as ideias base subjacente a cada um destes trabalhos.

3.1 Emparelhamento de uma prensa de Estampagem com Máquinas de Soldadura Pedestal

Introdução

Na Gestamp Cerveira existem como já foi referido anteriormente duas unidades autónomas de produção dedicadas exclusivamente à soldadura pedestal (UAP 4 e UAP5). Em termos de localização as máquinas da UAP 5 encontram-se na nave 2 e as máquinas pedestais da UAP 4 situam-se na nave 1 embora duas delas (as máquinas PS017 e PS018) se encontrem junto à UAP 3 (Unidade Autónoma de produção de estampagem), ou seja, estão colocadas em separado em relação às restantes da UAP 4. Neste caso situam-se junto à prensa P0025, uma prensa de 250 toneladas.

Apesar de serem máquinas de menor porte em relação às prensas de estampagem, não é comum a mudança de localização das máquinas pelo que são consideradas como postos fixos. Abaixo pode-se visualizar a posição relativa das pedestais nas Unidades Autónomas de Produção 4 e 5:



Figura 38 - Localização relativa das máquinas P0025, PS017 e PS018

Através da imagem acima apresentada pode-se constatar a proximidade das máquinas em causa. Por essa razão pensou-se em aproveitar esse facto para poder soldar diretamente, nas pedestais, peças vindas da prensa de estampagem P0025, constituindo-se nesse caso as 3 máquinas como uma espécie de célula de produção, onde se conseguiria transformar uma bobine de chapa (matéria – prima) em produto acabado.



Figura 39 - Prensa P0025



Figura 40 - Máquina Pedestal PS017



Figura 41 - Máquina Pedestal PS018

Numa primeira fase pensou-se em aplicar esta metodologia a peças do novo projeto B12L, adicionando – as à lista de referências já atribuídas a cada uma destas máquinas, tentando depois incluir mais peças, analisando-as caso a caso.

Em termos de fluxos possíveis neste conjunto de máquinas, poderíamos ter:

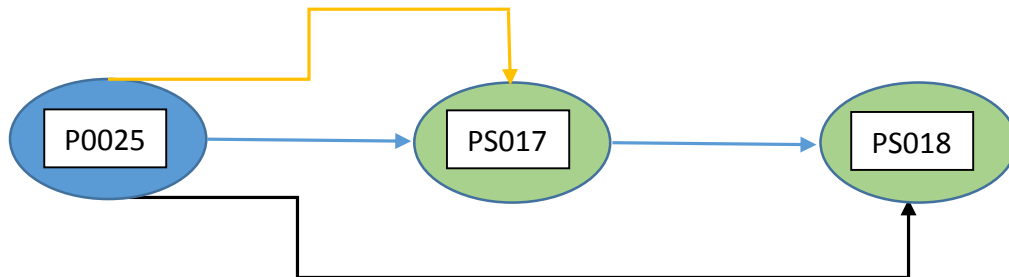


Figura 42 - Possibilidades diferentes de fluxos de peças entre as máquinas P0025, PS017 e PS018

O projeto B12L

O projeto B12L é um projeto recente colocado pelo cliente Nissan à empresa Gestamp Cerveira. É um projeto que consiste em fabricar peças para o eixo traseiro de um automóvel. Tendo em conta que é um projeto recente, decidiu-se dar preferência a essas peças para passarem para o conjunto P0025 e PS017/PS018. No entanto, tecnicamente teria de ser possível fabricar as peças nas máquinas referidas atualmente, ou seja, de todas as referências do projeto só as peças fabricadas por uma prensa de 250 toneladas, tendo ou não operação posterior de soldadura poderiam ser consideradas. Antes de confirmar que seria possível fabricar as peças pretendidas na PS017 e PS018 foram realizados ensaios prévios, ensaios esses que foram acompanhados por várias pessoas do departamento de produção. Foram analisadas as peças que fazem parte do projeto B12L para aferir quais preenchiam os requisitos para serem produzidas no emparelhamento a testar.

Procedimento

A primeira tarefa a realizar antes de partir para a implementação desta metodologia, seria analisar a carga da P0025 nesse momento, no sentido de se ficar a saber se poderia ser possível incluir mais referências na máquina ou se seria necessário fazer uma reformulação na lista de peças atribuídas a esta máquina.

Para tal, compilou – se a referida lista de peças atribuídas à P0025 e através dos dados relativos aos consumos médios diários das peças, quantidades fabricadas por hora (denominada por Quantidade Base) e utilizando um OEE de 70% (valor aplicado na estampagem), aplicou –se a seguinte expressão para todas as peças:

$$Carga = \frac{\text{Consumo Médio Diário}}{\text{Quantidade Base } \times \text{OEE}}$$

Equação 4 - Carga de uma máquina ou posto de trabalho

Σ Carga (Sem referências do B12L)= 7,40h

Σ Carga (Incluindo referências do B12L)= 10,57h

O resultado pode ser interpretado como sendo o tempo total necessário por dia para fabricar a quantidade média diária de todas as referências atribuídas à P0025. O resultado foi considerado demasiado elevado pelo que houve necessidade de retirar algumas referências da P0025, colocando – as noutras prensas de 250 toneladas, o que à partida não traria problemas de maior em termos de viabilidade de fabrico. As prioridades para retirar seriam as peças “V20” que seriam soldadas noutras máquinas, que não a PS017 e PS018. Em termos de manipulações de material não traria acréscimo nenhum pois, de qualquer forma, estampadas na P0025 ou não, iria exigir sempre movimentações de material semi – acabado.

As melhorias pensadas em obter com esta metodologia incluíam: diminuição de material em curso espalhado pela fábrica (as peças seriam diretamente soldadas), aumento de área de fábrica disponível e redução de tempo homem, uma vez que deixaria de ser necessário menos um operário na prensa pois as peças sairiam diretamente para a pedestal.

Pelo facto de a cadência da prensa de estampagem (na ordem das 2000 peças/hora) ser bastante maior que a cadência das pedestais (normalmente à volta de 250-350 peças/hora) mostrou que não era possível soldar diretamente as peças vindas da P0025, sem que se formasse stock intermédio de peças E*V20. Mesmo assim anulavam-se as manipulações de material semi – terminado.

Para contrariar esse obstáculo e para a P0025 não estar parada enquanto se estivesse a soldar peças provenientes da mesma haveria que alternar referências V00 com referências V20, na prensa P0025. De seguida são apresentados alguns exemplos do modo como se deveria planificar nestes três postos, considerando turnos de 8h. São apresentados os diagramas de Gantt correspondentes a esses casos.

Obviamente tudo ficaria dependente das necessidades de fabrico para cada dia de produção e da urgência relativa em fabricar determinadas peças.

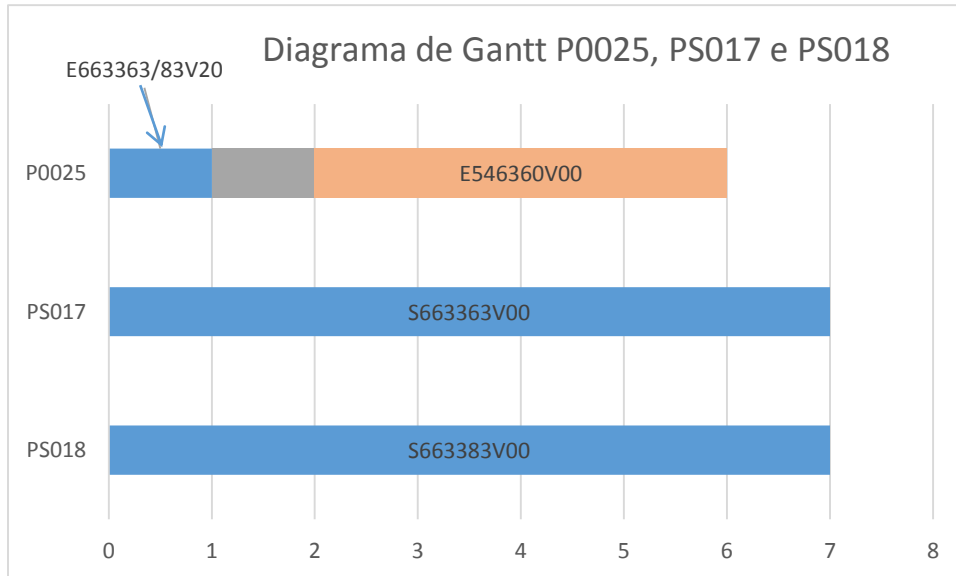


Figura 43 - Proposta de sequenciamento nas máquinas P0025, PS017 e PS018 (1)

No primeiro caso temos um exemplo de um turno, em que se constata que enquanto se solda as peças que primeiro saem da prensa de estampagem (cadência das pedestais é muito mais baixa), é produzida na P0025 uma referência *V00 (neste caso a E546360V00), pelo que teoricamente não existe material em curso de fabrico durante este turno.

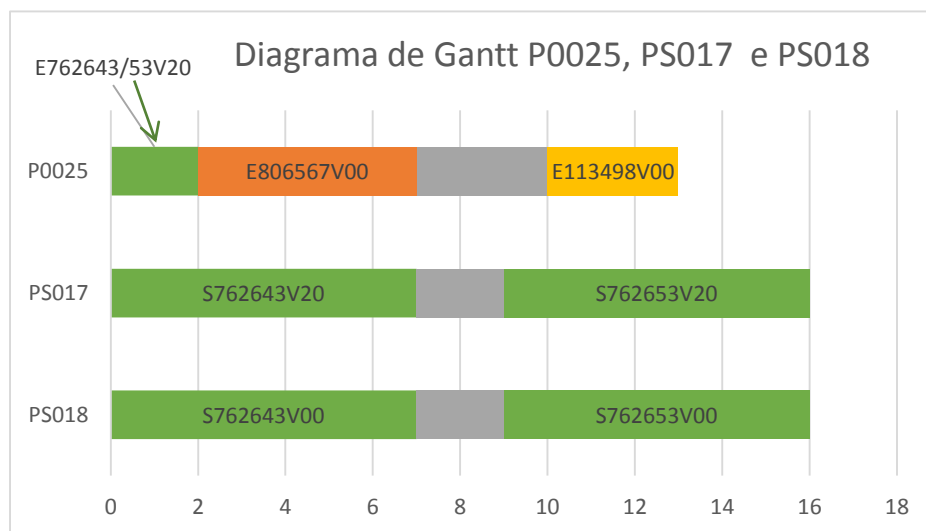


Figura 44 - Proposta de sequenciamento nas máquinas P0025, PS017 e PS018 (2)

No caso nº2 temos um exemplo em que uma peça do B12L é composta por uma operação de estampagem e duas operações de soldadura. Além disso é uma peça de duas mãos, ou seja, na primeira operação de estampagem são produzidas duas peças similares, só que uma é a mão esquerda e a mão direita.

Assim sendo, na P0025, a primeira referência a entrar foi precisamente a do B12L, sendo que para ocorrer as duas operações de soldadura e soldar as duas mãos, seriam necessários dois turnos completos nas pedestais. Entretanto na prensa de estampagem poderiam entrar referências de lotes de tamanho relativamente grande.

Melhorias obtidas pelo emparelhamento entre P0025 e PS017/PS018

- Redução de Imobilizado;
- Poupança Tempo Homem;
- Ganho de espaço na fábrica;

Dificuldades na implementação do emparelhamento entre P0025 e PS017/PS018

- Disparidades entre cadências da prensa de estampagem e das máquinas pedestais;
- Falta de rotina em planificar consecutivamente referência estampada e soldada;
- Calendarização de entregas previstas;

Conclusão

O planeamento da produção em fábricas onde a carga de trabalho se mantém elevada, é uma função de grande importância no cumprimento das entregas acordadas com os clientes. Assim sendo, a alteração de máquinas atribuídas a determinadas peças é um processo complexo e que exige um certo tempo de estudo. Esse fator levou a que a transferência de peças anteriormente atribuídas às máquinas PS017 e PS018 e que, no âmbito deste emparelhamento, interessaria passar para outros postos foi condicionada por haver poucas máquinas similares a estas duas e que não era benéfico sobrecarregar nenhuma das restantes.

No entanto, como conclusão desta experiência de emparelhamento é possível afirmar com a mesma se conseguiu alcançar as melhorias enumeradas anteriormente e que, pesando prós e contras deste projeto, se obteve resultados positivos, ou seja, conseguiu-se aproveitar a proximidade entre as máquinas para reduzir os stocks intermédios de material.

Por outro lado o facto de muitas vezes, por imperativo do calendário de entregas previstas, não ser possível seguir o sequenciamento adequado dificultou a implementação deste emparelhamento, o que forçosamente levou ao abrandamento na aplicação desta metodologia.

3.1.2 Implementação de máquina móvel de Soldadura por Resistência

Introdução

O emparelhamento realizado no capítulo anterior serviu como experiência piloto para a avaliação da viabilidade de um possível investimento por parte da empresa, numa máquina móvel de soldadura por resistência. A máquina serviria para ser alimentada por um dos três seguintes postos: P0036, L1 (Linha FASA constituída por 6 prensas de 300 toneladas cada) ou PT001. Neste capítulo é feita a avaliação do investimento na máquina de soldadura, enunciando os objetivos específicos deste emparelhamento computando os seus custos e benefícios para a fábrica, sem nunca esquecer a parte referente à tecnologia usada pela máquina. Estas são máquinas que produzem na sua maioria peças de grandes dimensões e que têm cadências um pouco mais baixas que as restantes prensas, o que era visto como ideal para a implementação da máquina de soldar.



Figura 45 - Prensa P0036



Figura 46 - Prensa de 1250 toneladas PT001



Figura 47 - Linha Fasa

Objetivos

- Poder soldar diretamente peças de grandes dimensões vindas das prensas de estampagem

$E*V20/V30$



(0) – Corda nula entre operação final e a que lhe antecede

$S*V00$

- Eliminar stocks intermédios entre operação de estampagem e operação de soldadura;
- Reduzir valor de stock de imobilizado;
- Reduzir o tempo-homem necessário para produzir uma peça considerando as duas operações (estampagem e soldadura);
- Libertar área de fábrica ocupada anteriormente pelos stocks intermédios;
- Reduzir manipulações de material;
- Eliminar movimentos de transporte de material em curso (por parte dos empilhadores);

A máquina pedestal seria instalada junto da PT001, P0036 ou Linha Fasa (L1), seria direcionada para soldar componentes em peças de grandes dimensões (peças da tabela 11). O princípio de tentar soldar diretamente peças vindas da estampagem tinha vindo a ser testado no conjunto de máquinas P0025 e PS017/PS018.

No entanto, neste caso, as cadências de soldadura e estampagem são similares o que permite um processo mais fluido. O fluxo de material seria o indicado na seguinte figura:

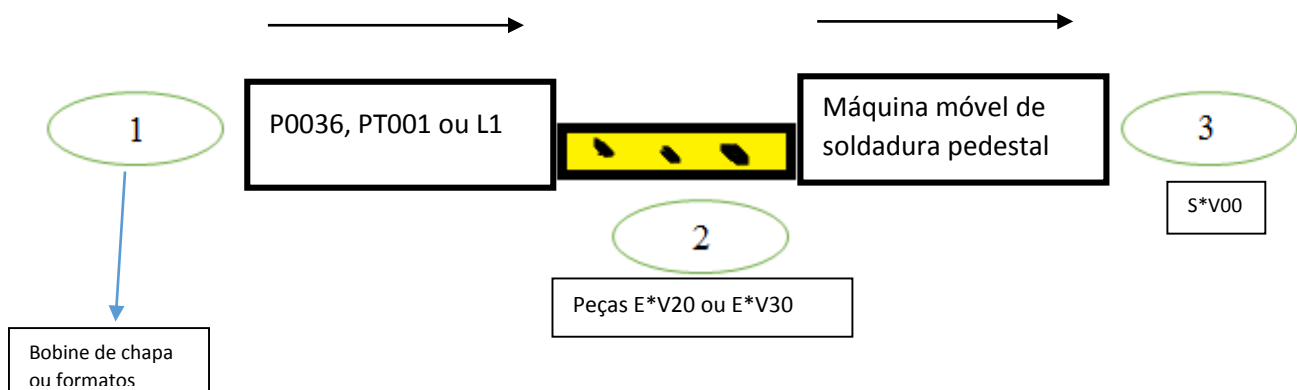


Figura 48 - Esquema do fluxo direto obtido através do emparelhamento

Cálculo do atual valor do material em curso de fabrico

O primeiro passo dado no sentido de aferir se a compra da máquina seria viável, foi calcular o valor do “em curso” resultante do facto de termos um intervalo entre a operação final e a que lhe antecede no sentido de verificar se o valor de stock era considerável ou não. O cálculo do valor de stock por mês de cada referência foi efetuado percorrendo os seguintes passos:

- (1) Listagem das quantidades por lote e consumo médio diário de cada referência;
- (2) Cálculo do número médio de lotes produzidos por mês através da expressão:

$$\text{Lotes p/mês} = \frac{\text{Lote}}{\text{CMD} * 21}$$

Equação 5 - Cálculo do número aproximado de Lotes/mês

- (3) Cálculo do valor total de stock produzido por mês:

$$\text{Valor stock p/mês} = \text{Lotes p/mês} * \text{valor da peça}$$

Equação 6 - Cálculo do valor de stock por mês de uma peça

Este procedimento foi efetuado para as referências apresentadas na tabela seguinte:

Tabela 11 - Cálculo do valor do em curso de fabrico para as peças acima mencionadas

	Lote	CDM (pz)	Lotes p/mês	Valor peça	Valor stock p/Mês
E083495V20	3000	257	1,80	2,44	13 185, 95 €
E765712V30	3000	600	4,20	3,79	47 751, 02 €
E766469V30	3000	600	4,20	3,79	47 751, 02 €
E057599V20	3000	100	0,70	2,01	4221,00 €
E057600V20	3000	100	0,70	2,01	4221,00 €
E766668V30	4500	225	1,05	1,35	6370, 25 €
E766669V30	4500	225	1,05	1,35	6370, 25€
E767154V30	3000	300	2,10	0,98	6186, 60€
E001516V30	3000	300	2,10	0,98	6186, 60€
E017242V30	5000	592	2,49	0,42	5237, 33€
E017243V30	5000	592	2,49	0,42	5237, 33€
E768246V30	1800	90	1,05	4,42	8344, 35€
Total					161062, 85€

O montante de 161062,8€ seria então o valor aproximado de stock em curso de fabrico que se conseguiria reduzir com a implementação da máquina móvel de soldadura pedestal, considerando a produção das peças estampadas acima mencionadas.

Cálculo do ganho de espaço (m²) na fábrica

O cálculo do espaço físico desobstruído por deixar de haver stock intermédio de peças estampadas está exposto na seguinte tabela:

Tabela 12 - Cálculo do ganho de espaço de fábrica

	Lote	CDM (pz)	Lotes p/mês	Valor peça	Nº Contentores	Peças/contentor	NºConjuntos empilhados	Área	Área/mês (m ²)
E083495V20	3000	257	1,80	2,44	36	84	9	4,00	7,20
E765712V30	3000	600	4,20	3,79	30	100	10	9,60	38,40
E766469V30	3000	600	4,20	3,79	30	100	10	9,60	38,40
E766668V30	4500	225	1,05	1,35	23	200	12	21,79	22,88
E766669V30	4500	225	1,05	1,35	23	200	12	21,79	22,88
E767154V30	3000	300	2,10	0,98	10	300	5	4,80	10,08
E001516V30	3000	300	2,10	0,98	10	300	5	4,80	10,08
E017242V30	5000	592	2,49	0,42	7	40	7	17,64	43,88
E017243V30	5000	592	2,49	0,42	7	40	7	17,64	43,88
E768246V30	1800	90	1,05	4,42	36	50	18	17,28	18,14
Total									255,82

O valor de 255,82 m² seria então o valor mensal aproximado de área de fábrica que se conseguiria libertar com a implementação da máquina móvel de soldadura pedestal, considerando a produção das peças estampadas acima mencionadas.



Figura 49 - Peça de referência S766668/9V00



Figura 50 - Peça de referência S765712V00



Figura 51 - Peça de referência S768246V20



Figura 52 - Peça de referência S767154V00

Máquina móvel de Soldadura por Resistência

A máquina em estudo para implementação neste emparelhamento é uma máquina móvel de soldadura de média frequência e tecnologia Inverter. É uma instalação projetada para a soldadura de porcas e parafusos sobre chapa e preparada para poder soldar dois componentes simultaneamente. A máquina é proveniente do fornecedor TESOL e viria equipada com alimentador de porcas. Em seguida são apresentadas as características técnicas da máquina, de forma sucinta pois, embora seja importante o funcionamento mecânico do equipamento, o propósito deste capítulo da dissertação é demonstrar que a implementação desta máquina seria bastante vantajosa e que em termos de investimento, a compra da máquina seria uma boa aposta. Em anexo a esta dissertação encontram-se documentos provenientes do fabricante da máquina com informações detalhadas das suas características e dimensões.



Figura 53 - Máquina de soldadura em estudo e respetivo alimentador de porcas

Características técnicas da máquina

- Instalação semiautomática projetada para soldadura de porcas e parafusos sobre chapa;
- Possibilidade de soldadura simultânea de 2 porcas ou parafusos;
- Máquina de soldadura com tecnologia inverter;
- Soldadura a média frequência;
- Cilindros de soldadura de 975 daN a 10 bar;
- Controlo de pressão mediante válvula proporcional;
- Controlo do tempo de soldadura em ms;

- Regulação da distância entre centros dos cilindros de soldadura através de rosca esq./dir. ;
- Campo de regulação de altura entre 60 e 300 mm;
- Cadência regular alcançável de 360 peças/hora;
- Alimentador incluído, preparado para porcas hexagonais M6;

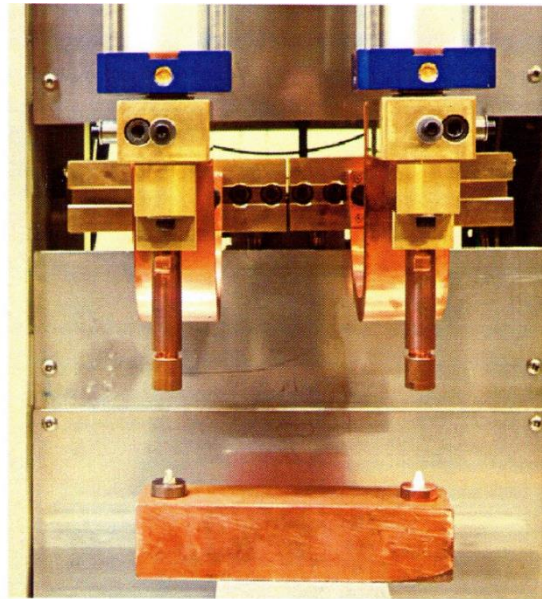


Figura 54 - Pormenor da máquina de soldadura em estudo

Vantagens da soldadura a média frequência com tecnologia inverter:

- A corrente de soldadura fornecida é contínua e constante;
- O aquecimento da zona de fusão é mais concentrado e homogêneo;
- Redução dos tempos de soldadura;
- Maior produtividade devido a uma maior vida útil dos elétrodos, diminuindo também os custos e períodos de manutenção;

Análise

Poupança – Tempo Homem

Foi realizado um estudo económico para aferir os ganhos obtidos em termos de redução horas-homem, necessárias para produzir uma peça do início ao fim do processo produtivo, pela aquisição da máquina de soldadura;

A tabela seguinte mostra o resultado conseguido para as referências pré – seleccionadas pertencentes às máquinas PT001, L1 e P0036. O método de análise escolhido foi: calcular o tempo necessário para produzir a quantidade média diária consumida e afetar a esse valor a taxa Tempo Homem (valor por hora).

Esse é o valor do ganho diário pelo facto de soldarmos diretamente as peças vindas das prensas de estampagem e corresponde a uma poupança real, que iria permitir amortizar o valor da compra da máquina.

Tabela 13 – Ganho mensais obtidos em soldar diretamente as peças estampadas acima enumeradas

	Quantidade Base (pz/h)	CDM (pz)	(CDM)/(Quantidade base *OEE)		Máquina
E083495V20	280	257	1,311 h	13,66 €	P0036
E765712V30	240	565,5	3,366 h	35,07 €	PT001
E766469V30	220	572,8	3,719 h	38,75 €	L1
E766668V30	168	264,6	2,250 h	23,45 €	L1
E766669V30	168	264,6	2,250 h	23,45 €	L1
E767154V30	330	264,6	1,145 h	11,94 €	L1
E001516V30	330	264,6	1,145 h	11,94 €	L1
E017242V30	125	606,05	6,926 h	72,17 €	L1
E107243V30	125	606,05	6,926 h	72,17 €	L1
E768246V30	116	42,85	0,528 h	5,50 €	L1
Total (mês)				308,10 €	

Taxa TH	10,28€
----------------	--------

Poupança (mês)	308,10*22=6778,20 €
-----------------------	---------------------

Custos:*Tabela 14 - Custos de aquisição do conjunto máquina + alimentador*

Máquina de soldadura	46 944 €
Alimentador	18 330 €
Total	65 274 €

<u>Valor (mês)</u>	6778,20€
<u>Custo total</u>	65 774€

$$\text{Tempo de amortização} = \frac{65274}{6778,20} = 9,6 \text{ meses}$$

Tempo de amortização do investimento – Aproximadamente 10 meses

Conclusão

Após ser analisada a hipótese de implementar esta máquina de soldadura pedestal móvel chega-se à conclusão que esta poderá constituir uma opção válida em termos de investimento futuro. O tempo de “payback”, ou seja, o tempo que demoraria a recuperar o montante investido na máquina seria de menos de um ano (aproximadamente 10 meses), o que tendo em conta uma visão a longo prazo na utilização do equipamento significaria um período de tempo bastante reduzido.

O mecanismo de passagem automática das peças estampadas para a máquina de soldadura seria o passo seguinte a estudar, para que o fluxo fosse o mais direto possível, o que tendo em conta a similaridade de cadências não constituiria um grande obstáculo.

Além de ter um tempo de retorno de investimento curto, tendo em conta que as máquinas P0036, L1 e PT001 são de grande utilização na fábrica pode-se afirmar que faria todo o sentido a aquisição da máquina de soldadura.

3.1.3 Implementação de Túnel de Lavagem para peças roscadas

Introdução

O derradeiro trabalho prático de emparelhamento de máquinas consistiu na associação de duas máquinas distintas, sendo que ao contrário dos outros dois casos de emparelhamento apresentados anteriormente, apenas é necessária uma delas para fabricar a peça, ao passo que a outra lhe aplica uma operação de acabamento.

Os postos de classificação/recuperação de peças representam um papel muito importante na atividade de produção da Gestamp Cerveira. Nem todas as peças saem das respectivas máquinas prontas para seguir para o cliente, pois podem apresentar pequenas imperfeições que necessitam de ser corrigidas para certificar que as peças estejam em perfeitas condições e que não haja rejeições por parte dos clientes. Existem determinadas referências que podem necessitar dessas intervenções e que vão ser alvo de um tipo de classificação/recuperação.

É neste âmbito que se insere o emparelhamento que, de seguida, vai ser alvo de estudo nesta dissertação. É um emparelhamento diferente dos referidos anteriormente, na medida em que não se vai soldar nenhum componente às peças saídas das prensas de estampagem mas sim efetuar uma operação de limpeza de excesso de óleo nas três referências roscadas, abaixo apresentadas.



Figura 55 - Peças roscadas produzidas em prensa de estampagem: Referências E193529V20, E809657V20, E752003V20

Cada uma destas peças é fabricada numa só máquina (prensa de estampagem), através de ferramentas progressivas, que permitem fazer várias operações na chapa, inclusive cravar as roscas que cada uma das referências contem.

Tabela 15 - Máquinas onde são fabricadas as peças roscadas em estudo

Referência	Posto de fabrico
E193529V20	P0030
E752003V20	P0020
E809657V20	P0020

Estas três peças são levadas da prensa para o posto de recuperação para serem lavadas, pois ao saírem das prensas apresentam excesso de óleo utilizado, e ficarem em perfeitas condições, o que acarreta movimentações de material e ocupação de espaço de fábrica com material semi – terminado (pois ainda lhe falta a operação de limpeza). Assim sendo, a colocação de um túnel de lavagem de peças á saída da prensa onde são fabricadas as peças poderia trazer benefícios na produção das mesmas.

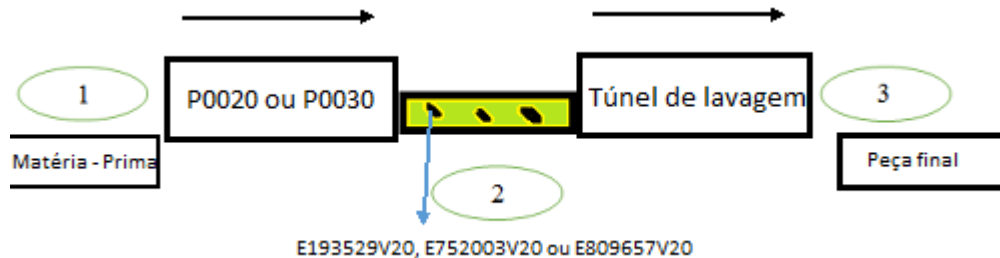


Figura 56 - Esquema representativo da proposta de fluxo de material

Túnel de Lavagem para peças roscadas

O túnel de lavagem em análise é denominado por “Lavadora Eurofimet mod. XCX 300 TWLRA”. O fator importante que o túnel de lavagem teria de assegurar seria uma cadência razoavelmente alta para o fluxo ser o mais direto e ter o mínimo de paragens possível. A limpeza do óleo excessivo, que as peças contém ao sair das prensas, não exige uma intervenção muito abrasiva e pormenorizada, pelo que a rapidez na execução do processo seria o fator mais importante a ter em conta na implementação deste emparelhamento.



Figura 57 - Túnel de Lavagem em análise

Características técnicas da máquina

- Especialmente adequada para peças de pequena ou média dimensão, principalmente para sujidade de óleo;
- A solução com duas entradas independentes permite uma limpeza mais eficaz, dada a distância entre peças;
- Usado para peças com formas complexas;
- Posicionamento ideal: em linha com máquina;
- Com este modelo de lavagem de túnel e tambor rotativo não há necessidade de um operário para carregar as peças na máquina de lavagem, o processo pode ser totalmente automatizado;

Análise

Poupança – Tempo Homem

Para aferir quais os benefícios que iríamos ter em acoplar o túnel de lavagem às prensas de estampagem foi usado o mesmo raciocínio aquando do emparelhamento anterior, ou seja, procurou-se saber quanto tempo demorava a fazer a última operação das peças (neste caso uma operação de limpeza de óleo). Esse tempo homem de um operário no posto de classificação deixaria de ser necessário, com a implementação do túnel de lavagem, pois as peças passariam a ser limpas automaticamente ao saírem da prensa de estampagem.

Partindo dos valores de consumo médio diário, obteve-se o número de peças que por mês seriam necessárias limpar e tendo em conta a quantidade base do posto de classificação chegou-se ao número de horas por mês necessárias para a execução da tarefa. A conversão do número de horas em poupança obtida conseguiu-se afetando a esse valor a taxa tempo homem.

Tabela 16 - Ganho mensais obtidos em soldar diretamente as peças estampadas

Referência	CMD	Peças/ mês	CLSS – Peças/hora	Horas/ mês	Custo/ Mês	Custo/ Ano
E193529V20	4286	90 006	1000	90	925,26 €	11 103,12 €
E752003V20	6857	143 997	1000	144	1480,29 €	17 763,48 €
E809657V20	5286	111 006	1000	111	1141,14 €	13 693,68 €
Total					3546,69 €	42 560,28 €

Custos:*Tabela 17 - Custos de aquisição do conjunto máquina + alimentador*

Lavadora EUROFIMET Modelo XCX 300 TWLRA	39 465 €
Total	39 465 €

Valor (mês)	3546,69 €
Custo total	39 465 €

$$\text{Tempo de amortização} = \frac{39465}{3546,69} = 11,1 \text{ meses}$$

Conclusão

Após ser analisada a hipótese de implementar o túnel de lavagem em série com a prensa de estampagem responsável por fabricar as três referências roscadas, pode-se concluir, que mesmo considerando um tempo de retorno de investimento de um ano, este poderia ser um investimento viável dados os elevados consumos diários das peças.

Como obstáculos e dificuldades a ultrapassar encontrar-se-ia a questão relativa às cadências distintas entre as prensas de estampagem e o túnel de lavagem, podendo isso ser superado mantendo o túnel de lavagem a funcionar mesmo nos intervalos dos turnos e nas paragens de produção.

Em anexo a esta dissertação encontra-se um documento do fabricante do equipamento com a descrição detalhada das suas características.

3.2 Interface Captor – SAP

Introdução

A evolução informática ao longo dos últimos anos trouxe consigo grandes benefícios e economia de tempo na monitorização das quantidades de peças produzidas em cada produção de uma determinada peça, mas por outro lado, possibilitou a ocorrência de um maior número de erros entre os dados de SAP e o que existe na realidade.

Assim sendo e apoiando-se nos suportes informáticos existentes na fábrica, a secção do controlo de produção da Gestamp Cerveira desempenha um papel de extrema importância no sistema produtivo na fábrica. De entre as funções exercidas, destacam-se: comparação Captor – SAP, controlo do material existente nas cabeceiras das máquinas, controlo dos stocks de material, extrair indicadores diários de performance da fábrica, seguimento custos do controlo de qualidade das peças, entre outras.

Um dos trabalhos incluídos no projeto final “Otimização de fluxos internos de material” visava então conseguir otimizar esta tarefa do controlo de produção tentando obter uma maior eficácia no cumprimento da mesma.

Os dados analisados diariamente, relativos à comparação CAPTOR – SAP, referiam – se sempre ao dia anterior de produção, o que constituía desde logo um obstáculo pois significa que neste processo se trabalha sempre com um dia de atraso, o que prejudica na correção de eventuais erros existentes. Isto deve-se ao facto de os sinais emitidos pelas máquinas para o Captor só entrarem em SAP no dia seguinte à produção.

Descrição do trabalho realizado

A comparação Captor – SAP consiste na confrontação entre o número total de peças declaradas no sistema SAP, pelos operários, e o número de golpes dados pela máquina para a mesma produção. Dito de outra forma, esta tarefa pode ser vista como a comparação entre o número de peças no sistema e o número de peças real (existentes fisicamente). Teoricamente, as duas quantidades (física e no sistema) deveriam ser sempre iguais, no entanto durante as produções existem imprevistos, de várias ordens, que fazem com que essa situação ideal possa não ocorrer, havendo por isso necessidade de analisar cada diferença encontrada.

Figura 58 - Extração do informe de comparação Captor - SAP

Todas as máquinas da fábrica, quando estão a produzir, enviam sinais para o software Captor a cada golpe que dão ou a cada peça que fabricam. Isto permite-nos ter uma ideia do número real de peças feitas pelas máquinas durante as produções. No entanto a quantificação de stocks e o software ERP regem-se pelo número de peças declaradas pelos operários no fim de cada produção, sendo que teoricamente, numa situação ideal, o número de peças declaradas deveria coincidir com o número de golpes dados pela máquina em questão.

DISPONIBILIDAD: 95 % RENDIMIENTO: 104 % PS011 PRENSA SOLDAR	DISPONIBILIDAD: 0 % RENDIMIENTO: 0 % PS006 PRENSA SOLDAR	
		DISPONIBILIDAD: 0 % RENDIMIENTO: 0 % PS049 SOLD PLAQUE MATAGE B9
DISPONIBILIDAD: 93 % RENDIMIENTO: 93 % PS015 PRENSA SOLDAR 2 CILINDROS ALIMENTADOR TUERCAS	DISPONIBILIDAD: 88 % RENDIMIENTO: 101 % PS013 PRENSA SOLDAR	DISPONIBILIDAD: 81 % RENDIMIENTO: 94 % PS037 PRENSA SOLDAR
		DISPONIBILIDAD: 93 % RENDIMIENTO: 100 % PS027 PRENSA SOLDAR
		DISPONIBILIDAD: 91 % RENDIMIENTO: 89 % PS028 PRENSA SOLDAR
		DISPONIBILIDAD: 0 % RENDIMIENTO: 0 % PS019 PRENSA SOLDAR
		DISPONIBILIDAD: 0 % RENDIMIENTO: 0 % PS032 SOLDADURA POR RESISTENCIA SERRA
DISPONIBILIDAD: 0 % RENDIMIENTO: 0 % PS050 SOLD. REF. FLUJACIÓN ASIENTO X95		DISPONIBILIDAD: 0 % RENDIMIENTO: 0 % PS009 CELULA SOLDADURA AUTOMATICA/RESISTENCIA

Figura 59 - Monitorização das máquinas da UAP 5

Durante o estágio, de uma forma diária, foi gerado através do software SAP (transação ZQCCAP) o documento em que constava a comparação entre esses dois tipos de valores, e cujo excerto se pode ver na figura seguinte:

29.05.2014 Comparación de cantidades SAP-Captor 1

Datos comunes			SAP	Puesto	Norma	Cantidad	Captor	Mod	PuestoCa	Relacion	SAP-Captor	Sección
Cen	Fecha	Referencia	Tipo				Cantidad				Diferencia	
GLP		E736927V00			190	7.651	7.511				140	
GLP	28.05.2014	A E740888V20		P0036	250	894	894		P0036	GF004		ESTAMP
GLP	28.05.2014	A E740889V20		P0036	250	894	894		P0036	GF004		ESTAMP
GLP	28.05.2014	A E752767V00		P0063	1.365	5.494	5.493		P0063	GF001	1	ESTAMP
GLP	28.05.2014	A E752768V00		P0063	1.365	5.494	5.493		P0063	GF001	1	ESTAMP
GLP	28.05.2014	B E762343V00		P0034	350	9.450	9.574		P0034	GF003	124- 124	ESTAMP
GLP	28.05.2014	B E762743V20		P0066	120	2.040	2.040		P0066	GF003		ESTAMP
GLP	28.05.2014	B E762753V20		P0066	120	2.040	2.040		P0066	GF003		ESTAMP
GLP	28.05.2014	B E762983V20		P0024	35	1.500	1.500		P0024	GF001		ESTAMP
GLP	28.05.2014	B E765712V20		PT001	400	3.222	3.220		PT001	PT001	2	ESTAMP
GLP	28.05.2014	B E765712V30		PT001	100	200	200		PT001	PT001		ESTAMP

Figura 60 - Excerto do documento de comparação Captor - SAP extraído no dia 29.05.2014

Todas as referências (peças) que foram produzidas no dia anterior constam do informe e a coluna assinalada a vermelho diz respeito à diferença SAP – Captor. A ausência de número nessa coluna significa que o número de peças declaradas foi igual ao número de golpes dados pela máquina, situação que idealmente deveria ocorrer para todas as produções.

No entanto, o facto de ocorrer desigualdades não significa que tenha havido erro por parte dos operários ou chefes de linha pois existem ainda dois ficheiros complementares que ajudam a poder justificar diferenças SAP – Captor encontradas. O primeiro deles é um ficheiro denominado de “Marcagens Captor” e que contem todas as peças realizadas em outros modos de captor que não o modo “produção” peças essas que não são contabilizadas no informe Captor – SAP. Alguns dos modos das marcagens incluem:

- Industrialização e Transfert;
- Preparação;
- Avaria máquina;
- Avaria ferramenta;
- Mudança de bobine;
- Mudança de eléctrodo, gás, fio;
- Ajustes parâmetros do processo;
- Paragem para auto- controlo;

Tabela 18 - Excerto de documento de Marcagens Captor

Data	IT	Turno	OF	Fase	POSTO	MARCAJE	TIPO	QUANTIDADE	DESC
18/06/2014 22:00	C		E718003V20	20	P0024	073	BUENAS	3	MUDANÇA BOBINE
18/06/2014 22:00	C		E718005V20	20	P0024	073	BUENAS	3	MUDANÇA BOBINE
18/06/2014 22:00	C		E718005V20	20	P0024	233	BUENAS	7	AJUSTES PARAMETROS DO PROCESSO
18/06/2014 22:00	C		E718003V20	20	P0024	233	BUENAS	7	AJUSTES PARAMETROS DO PROCESSO
18/06/2014 22:00	C		S818233V00	20	PS047	0110	BUENAS	2	AVARIA FERRAMENTA
18/06/2014 22:00	C		S068332V00	20	PS060	075	BUENAS	1	CAMBIO DE CONTENTOR, CELULA DE ALIMENTAÇÃO
18/06/2014 22:00	C		S068333V00	20	PS060	075	BUENAS	1	CAMBIO DE CONTENTOR, CELULA DE ALIMENTAÇÃO
18/06/2014 14:00	B		M821715V00	1	CM001	PREPARACION A	BUENAS	6	PREPARACION ARRANQUE
18/06/2014 14:00	B		M740595V00	1	CS021	074	BUENAS	1	MUDANÇA ELETRODO, GAS, FÍO
18/06/2014 14:00	B		S779423V00	30	CS023	010	BUENAS	2	FALTA DE CARGA DE TRABALHO
18/06/2014 14:00	B		S779423V00	30	CS023	074	BUENAS	3	MUDANÇA ELETRODO, GAS, FÍO
18/06/2014 14:00	B		M32500RV00	1	CS025	010	BUENAS	1	FALTA DE CARGA DE TRABALHO
18/06/2014 14:00	B		S747343V00	1	CS048	010	BUENAS	7	FALTA DE CARGA DE TRABALHO
18/06/2014 14:00	B		S756300V20	1	CS062	0100	BUENAS	2	AVARIA MAQUINA
18/06/2014 14:00	B		S074011V00	20	CS065	0100	BUENAS	1,5	AVARIA MAQUINA
18/06/2014 14:00	B		S074012V00	20	CS065	0100	BUENAS	1,5	AVARIA MAQUINA
18/06/2014 14:00	B		E809657V20	20	P0020	233	BUENAS	4	AJUSTES PARAMETROS DO PROCESSO
18/06/2014 14:00	B		E562882V00	20	P0024	075	BUENAS	1	CAMBIO DE CONTENTOR, CELULA DE ALIMENTAÇÃO
18/06/2014 14:00	B		E562883V00	20	P0024	075	BUENAS	1	CAMBIO DE CONTENTOR, CELULA DE ALIMENTAÇÃO
18/06/2014 14:00	B		E718003V20	20	P0024	100	BUENAS	4	AVARIA MAQUINA
18/06/2014 14:00	B		E718005V20	20	P0024	100	BUENAS	4	AVARIA MAQUINA
18/06/2014 14:00	B		E562883V00	20	P0024	106	BUENAS	2	FALHO NA LINHA DE ALIMENTAÇÃO
18/06/2014 14:00	B		E562882V00	20	P0024	106	BUENAS	2	FALHO NA LINHA DE ALIMENTAÇÃO
18/06/2014 14:00	B		E562882V00	20	P0024	110	BUENAS	10	AVARIA FERRAMENTA
18/06/2014 14:00	B		E562883V00	20	P0024	110	BUENAS	10	AVARIA FERRAMENTA
18/06/2014 14:00	B		E562883V00	20	P0024	233	BUENAS	5	AJUSTES PARAMETROS DO PROCESSO
18/06/2014 14:00	B		E562882V00	20	P0024	233	BUENAS	5	AJUSTES PARAMETROS DO PROCESSO
18/06/2014 14:00	B		E813151V20	20	P0025	073	BUENAS	2	MUDANÇA BOBINE
18/06/2014 14:00	B		E813152V20	20	P0025	073	BUENAS	2	MUDANÇA BOBINE
18/06/2014 14:00	B		E813152V20	20	P0025	233	BUENAS	2	AJUSTES PARAMETROS DO PROCESSO
18/06/2014 14:00	B		E813151V20	20	P0025	233	BUENAS	2	AJUSTES PARAMETROS DO PROCESSO
18/06/2014 14:00	B		E765162V20	20	P0028	073	BUENAS	1	MUDANÇA BOBINE
18/06/2014 14:00	B		E765163V20	20	P0028	073	BUENAS	1	MUDANÇA BOBINE

Todas as peças que constam deste informe podem ser somadas à quantidade captor que aparece no informe gerado por SAP.

O outro documento analisado durante a comparação Captor - SAP dá pelo nome de “Informe de Sucata” e nele constam todas as peças sucata no dia anterior. São peças que obviamente não são declaradas e que por isso não são contabilizadas na comparação Captor - SAP, mas que estão registradas em SAP e acessíveis através da transação ZPCH. Um excerto desse documento pode ser visualizado na tabela seguinte:

Tabela 19 - Informe de Sucata

Informe de chatarra										
Ce.	Fecha chat	Puesto Ch.	Material	Σ Cantidad c	Σ Cost.total	CodA	Txt.Código achat.	Motivo de achatarramiento	Usuarios	Hora Chat.
GLP	23.06.2014	CS048	S747342V00	1	1,74	V303	Problemas Qualidade	AUTO CONTROL	GLPPP100	13:12:43
GLP	23.06.2014	CS048		1	1,74	V304	AutoControlo Destruc	AUTO CONTROL	GLPPP100	13:12:43
GLP	23.06.2014	CS048		2	3,47	V307	P.P. Manutenção		GLPPP100	19:46:31
GLP	23.06.2014	CS048		1	1,74	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	19:46:31
GLP	23.06.2014	CS048		1	1,74	V304	AutoControlo Destruc	DESTRUTIVO QUALIDADE	GLPPP100	19:46:31
GLP	23.06.2014	PS038	S740891V00	1	2,74	V304	AutoControlo Destruc	PESSA DESTRUIDA	GLPPP100	12:58:42
GLP	23.06.2014	PS038	S740890V00	1	2,74	V304	AutoControlo Destruc	PESSA DESTRUIDA	GLPPP100	12:58:42
GLP	23.06.2014	CS064	S718003V00	2	5,22	V303	Problemas Qualidade		GLPPP100	13:49:17
GLP	23.06.2014	PS028	S717373V00	12	4,54	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	17:04:14
GLP	23.06.2014	PS017	S600171V00	4	2,25	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	09:14:50
GLP	23.06.2014	CS034	S272105V20	20	21,39	V202	Ajuste Cab Sobre		GLPPP011	08:47:34
GLP	23.06.2014	CS034		12	12,84	V202	Ajuste Cab Sobre		GLPPP011	08:47:34
GLP	23.06.2014	PS028		6	6,42	V202	Ajuste Cab Sobre		GLPPP011	08:49:35
GLP	23.06.2014	PS047	S107471V30	25	14,83	V202	Ajuste Cab Sobre		GLPPP027	18:48:09
GLP	23.06.2014	PS027	S107463V30	2	1,09	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	13:33:05
GLP	23.06.2014	PS028		4	2,18	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	13:33:05
GLP	23.06.2014	PS015	S107420V30	1	0,66	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	13:33:05
GLP	23.06.2014	PS013	S107419V30	5	3,31	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	12:14:25
GLP	23.06.2014	PS015		7	4,64	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	12:14:25
GLP	23.06.2014	PS037	S107403V20	5	4,16	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	13:33:05
GLP	23.06.2014	PS037		10	8,31	V303	Problemas Qualidade	PEÇAS COM OXIDO	GLPPP100	13:48:56
GLP	23.06.2014	CS065	S074012V00	1	5,15	V303	Problemas Qualidade	ERRO DE SOLDADURA	GLPPP100	13:58:40
GLP	23.06.2014	CS065		2	10,30	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	13:58:40
GLP	23.06.2014	CS065	S074011V00	2	10,30	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	13:58:40
GLP	23.06.2014	PCLAS	S068332V00	3	5,21	V101	Problemas Qualidade	DEFORMACOES	GLPPP100	13:21:26
GLP	23.06.2014	PS031	S029808V00	2	1,45	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	07:33:41
GLP	23.06.2014	PS001	S017243V00	2	1,21	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	13:21:01
GLP	23.06.2014	PS001	S017242V00	1	0,61	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	09:36:05
GLP	23.06.2014	PS063	S016693V00	2	2,82	V303	Problemas Qualidade	CONTROL DESTRUTIVO	GLPPP100	13:59:26
GLP	23.06.2014	PS063		4	5,64	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	19:55:18
GLP	23.06.2014	PS063	S016690V00	2	2,82	V303	Problemas Qualidade	CONTROL DESTRUTIVO	GLPPP100	13:59:26
GLP	23.06.2014	PS063		4	5,64	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	19:55:18
GLP	23.06.2014	PS063	S011562V00	4	6,98	V304	AutoControlo Destruc		GLPPP100	21:58:47

Ao longo da totalidade de um documento de comparação Captor – SAP existem algumas produções em que a diferença de peças, entre as quantidades Captor e as quantidades SAP, é bastante reduzida e nos casos em que essa pequena desigualdade se dá em peças terminadas em V20 (ainda vão sofrer operações dentro da fábrica), não se justifica a realização de inventário pelo que se considera que as produções estão declaradas corretamente.

Para haver um critério de decisão acerca da existência ou não de erros de produção, são analisados dois valores: a norma do contentor onde essas peças são colocadas e o número de peças fabricadas durante a produção desse dia. Quanto mais elevadas forem essas quantidades maior a margem de erro que se pode tolerar.

De seguida apresentamos uma parte de um outro documento de comparação Captor – SAP e a respetiva análise efetuada:

18.06.2014	A	E520177V00	PT001	60	1.340	1.318	PT001	PT001	22	ESTAMP	Marcagens Captor =21; Diferença total= 22- 21=1;Produções OK
18.06.2014	A	E520178V00	PT001	60	1.340	1.318	PT001	PT001	22	ESTAMP	
18.06.2014	A	E548301V00	P0028	300	4.451	4.450	P0028	GF001	1	ESTAMP	Marcagens Captor =1; Diferença total= 1- 1=0;Produções OK
18.06.2014	A	E548311V00	P0028	300	4.451	4.450	P0028	GF001	1	ESTAMP	
18.06.2014	A	E555923V00	P0063	2.100	1.016	1.016	P0063	GF001		ESTAMP	Produções OK
18.06.2014	B	E555923V00	P0063	2.100	362	362	P0063	GF001		ESTAMP	
18.06.2014	A	E555933V00	P0063	2.100	1.016	1.016	P0063	GF001		ESTAMP	Produções OK
18.06.2014	B	E555933V00	P0063	2.100	362	362	P0063	GF001		ESTAMP	
18.06.2014	A	E562882V00	P0024	12	1.656	1.658	P0024	GF001	2-	ESTAMP	Marcagens Captor=0; Erro de produção: peças declaradas a mais
18.06.2014	B	E562882V00	P0024	12	4.723	4.676	P0024	GF001	47	ESTAMP	
18.06.2014	A	E562883V00	P0024	12	1.656	1.658	P0024	GF001	2-	ESTAMP	Sucata=1;Diferença total= - 1+1=0; Produções OK
18.06.2014	B	E562883V00	P0024	12	4.723	4.676	P0024	GF001	47	ESTAMP	
18.06.2014	A	E579635V00	P0036	240	2.922	2.923	P0036	GF004	1-	ESTAMP	Produções OK
18.06.2014	A	E600285V00	P0067	205	2.050	2.050	P0067	GF003		ESTAMP	

Resultados Esperados

O objetivo primordial que deveria ser atingido através da comparação Captor –SAP era corrigir os erros de produção do dia imediatamente anterior, certificando que as peças existentes em SAP correspondiam às peças existentes fisicamente na fábrica. Deste modo evitam-se situações em que se “oferecem” peças aos clientes (mais peças fisicamente do que em sistema) ou situações em que faltam peças nos contentores (menos peças fisicamente do que em SAP).

A quantificação da eficácia da realização desta tarefa do controlo de produção era, à partida, difícil de fazer, pois o número de erros de produção existentes diariamente era imprevisível e dependia do posto, dos operários, das referências (peças) a fabricar ou do fluxo que uma peça percorre até à sua forma final. Assim sendo, a função desta atividade restringia-se à correção dos erros, não deixando de ser importante e ao levantamento e padronização dos erros mais comuns de modo a ser mais fácil reconhecê-los e mais rapidamente os corrigirmos.

Conclusões

Como conclusão desta tarefa destacam-se as referências com mais erros de produção e os erros mais comuns ao longo do tempo de análise diária da interface Captor – SAP:

Tabela 20 - Referências com mais erros de produção ao longo do tempo de realização da tarefa de comparação Captor – SAP

Referências
- E548300/310V00
- S717827V00
- SB80009V00
- S156345V00
- S827659V20
- S813151/2V00

Tabela 21 – Lista de erros de produção mais comuns

Erros mais comuns
- Incoerência entre o número de peças declaradas e fabricadas em referências que estão vários dias seguidos na máquina;
- Não sucateamento de peças;
- Falta de aviso na utilização do inibidor de comunicação Captor;
- Falta de aviso para factos marcantes durante a produção;

3.3 Análise de microparagens da soldadura pedestal

Introdução

A soldadura em máquinas pedestais constitui-se como uma parte muito importante da fábrica da Gestamp Cerveira. Como já foi referido existem duas UAP compostas exclusivamente por este tipo de posto de trabalho. Em relação às células de soldadura, a soldadura pedestal produz atualmente uma maior variedade de peças, sendo que as máquinas de soldadura, apesar de serem similares, não são todas exatamente iguais.

O processo de fabrico em si foi já abordado nesta dissertação no capítulo “Soldadura por resistência”.

Esta tarefa insere-se no objetivo principal da dissertação “Otimização de fluxos internos no processamento de componentes metálicos” na medida em que esta tarefa, tal como a Interface Captor – SAP, é um meio de análise de desperdícios e pelo facto de até então não existir um estudo diário das microparagens em cada posto de soldadura.

Antes de mais convém esclarecer o conceito de microparagem – correspondem a intervalos de tempo iguais ou inferiores a 25% do tempo de ciclo, que não são contabilizados como paragem no Captor, ou seja, estão incluídos no tempo produtivo. Apesar de serem pequenas paragens, o seu efeito na totalidade de um turno de produção pode ser bastante relevante, pois pode significar que existem deficiências de diversa ordem no posto em si ou quando se produz uma determinada peça.



Figura 61 - Operário a colocar peça a soldar numa ferramenta de soldadura pedestal

Descrição do trabalho realizado

O ponto de partida para a realização desta tarefa de seguimento da performance das máquinas de soldadura pedestal eram os informes diários BIW do dia anterior de produção, gerados diariamente pelos elementos do Controlo de Produção da empresa.

Através do informe detalhado de cada posto de trabalho eram anotados os seguintes dados:

- Tempo produtivo em cada turno de trabalho (em horas);
- Valor de microparagens por turno (em minutos);
- Referências fabricadas por turno num determinado posto;

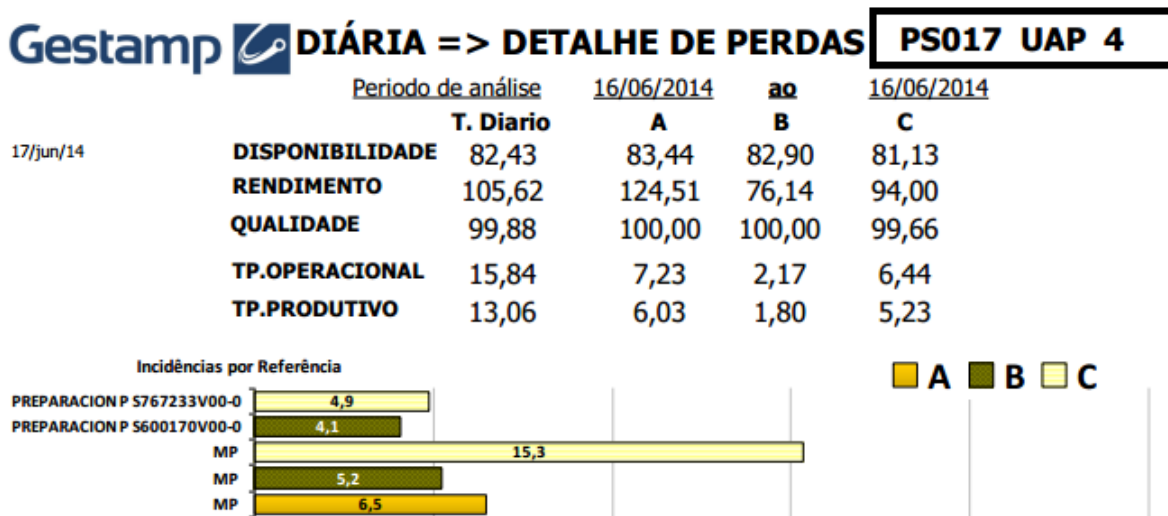


Figura 62 – Excerto de detalhes do posto PS017 das produções de 16.06.2014

Posteriormente era feito o cálculo da seguinte expressão para as máquinas e os turnos onde houve produção no dia anterior:

$$r = \left(\frac{\text{Duração de microparagens (Turno A,B ou C)}}{\text{Tempo Produtivo X 60}} \right) / 100$$

Equação 7 - Expressão para o cálculo do parâmetro "r"

Este parâmetro "r" (expresso em percentagem) permitiu avaliar a dimensão das microparagens, nomeadamente a proporção que as mesmas representam em comparação com o tempo total de produção de uma máquina. Sempre que o valor do parâmetro "r" ascendia a um valor anormal, eram procurados os motivos pelos quais isso ocorrera, de modo a tentar corrigi-los na próxima produção. Deste modo pôde-se também, no fim de cada mês, listar todas as ocorrências anómalas e sinalizar as máquinas com maior valor médio de microparagens.

A criação deste indicador deveu-se ao facto de o valor em minutos das microparagens não ser, por si só, suficiente para aferir do correto funcionamento ou não de uma máquina durante a produção de uma determinada peça

Foi utilizado o mês de Abril para aferir a partir de que valor de “r” se considerava ter havido ineficiência da produção nas pedestais, Através da experiência ganha no mês de Abril, chegou – se à conclusão que um valor do parâmetro “r” igual ou superior a 10% seria suficiente para ser considerado fora do normal. A única restrição é que o tempo produtivo teria de ser superior a uma hora para que os resultados fossem significativos.

Nos anexos a este documento encontram-se um exemplo do informe de detalhe para um dos postos analisados (PS017) e um extracto da tabela gerada na análise das microparagens da soldadura pedestal.

Após serem detetados valores anormais de microparagens eram adotados dois procedimentos:

1. Anotação da (s) peça (s) que esteve (estiveram) em máquina durante o período a que o valor se refere;
2. Apuramento, junto encarregado de soldadura dos diferentes turnos, dos motivos/causas do tempo excessivo de microparagens;

Na tabela seguinte pode-se observar algumas incidências ocorridas no mês de maio

Tabela 22 – Exemplos das principais incidências na produção das pedestais no mês de Maio

Posto	Parâmetro “r”	Referência(s)	Turno	Motivo
PS031	18,35%	S083494V00 S765162V00	C	S083494V00 (Mudança de contentor cada 40 peças).
PS027	55,53%	S271105V20	C	S271105V20 (Falta de cadência do operador).
PS050	15,45%	SB80009V00	C	Cilindro de expulsão não soltava as peças. Operária retirava-as manualmente.
PS050	14,54%	SB80009V00	C	Cilindro de expulsão não soltava as peças. Operária retirava-as manualmente.

Resultados Esperados

- Procurar aumentar o rendimento das máquinas de soldadura pedestal;
- Encontrar causas de diminuição de cadência real das máquinas;
- Procurar identificar e corrigir defeitos/deficiências técnicas ou de outra ordem, de modo a maximizar o desempenho das UAP de soldadura pedestal;

Conclusões

No final de cada mês foi elaborado um relatório que resumia o seguimento realizado durante esse mesmo período de tempo. Nele constam a média da quantidade “r” para todos os postos analisados e todas as incidências ocorridas durante o mês em causa, agregando a cada uma o motivo associado. Na figura 62 está exposto o gráfico indicador da média das microparagens de maio

Este é um trabalho que deve ser continuado ao longo dos próximos meses, de modo a poder comparar mês a mês o seguinte gráfico, constituindo-se como mais um indicador que pode ser analisado pelo departamento de produção da fábrica no sentido de detetar desperdícios nas máquinas pedestais.

Resta dizer ainda que, apesar de seguirem o mesmo processo de fabrico, os postos de soldadura pedestal não são exatamente iguais, reforçando a importância da continuação desta tarefa, de modo a poder quantificar com maior grau de exatidão, para cada uma das máquinas, um valor médio do quociente entre microparagens e tempo produtivo

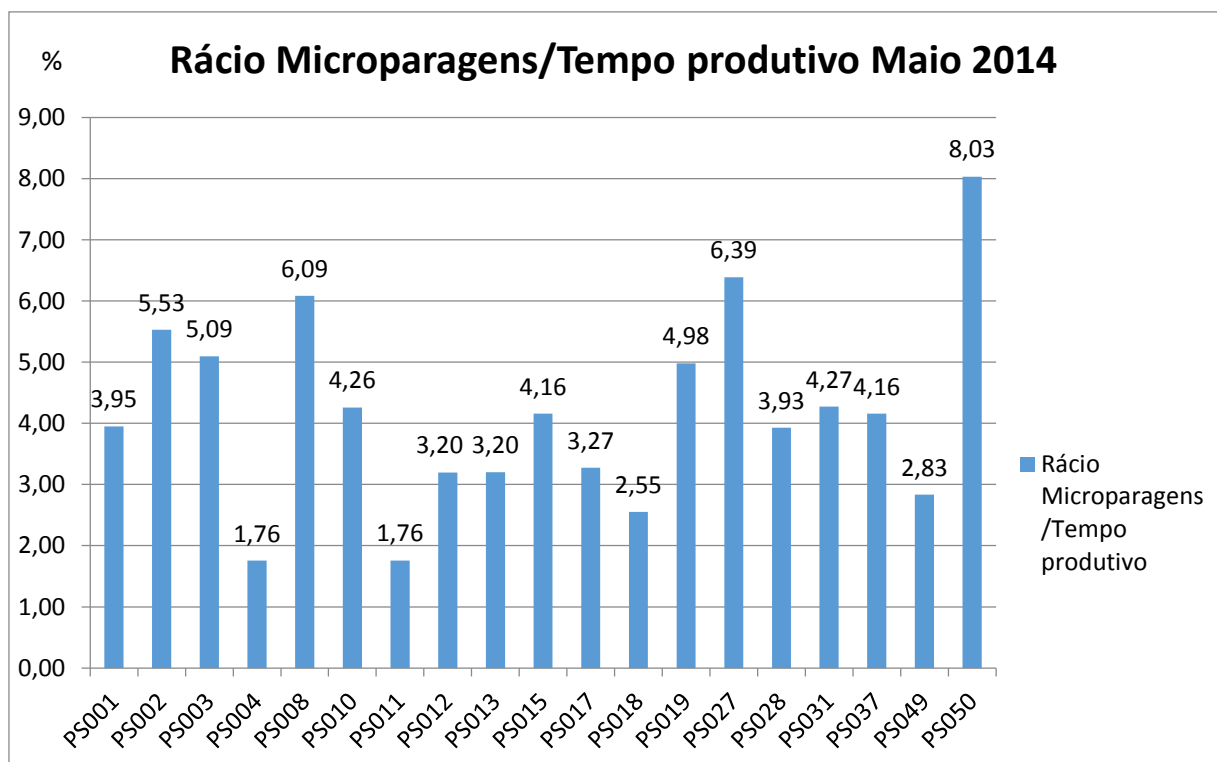


Figura 63 - Rácio Microparagens/ Tempo Produtivo das máquinas das UAP 4 e 5 em Maio

5. Conclusões gerais e considerações finais

O conceito de otimização atualmente assume um papel de extrema importância em todas as organizações devido ao fator competitividade cada vez mais preponderante no mercado mundial. Assim sendo, as empresas estão focadas em obter retorno máximo dos seus ativos e recursos e, para isso, as ineficiências e perdas devem ser combatidas.

Ao longo deste documento foram sendo expostos os resultados obtidos para cada um dos estudos efetuados pelo que este capítulo tem como função agrupar todas essas conclusões e possibilitar a avaliação sobre o grau de relevância do mesmo para a melhoria global do sistema produtivo da empresa.

Os objetivos propostos no planeamento inicial do projeto foram alcançados e ultrapassados na medida em que o trabalho realizado durante o estágio acabou por não se centrar unicamente no emparelhamento de máquinas/processos, que visava a redução do WIP e das manipulações material semi – terminado (parte fundamental da dissertação), mas procurou também intervir em outras áreas da produção da fábrica, nomeadamente no controlo de produção, com projetos dedicados a deteção e análise de erros de produção e desperdícios.

Em cada um dos projetos realizados foi possível obter conclusões válidas, permitindo assim ajuizar sobre a eficácia dos mesmos:

Tabela 23 - Tabela resumo dos resultados obtidos em cada projeto

Projeto	Conclusões
Estudo de implementação de máquina móvel de soldadura por resistência	-Redução do valor de imobilizado; -Ganho de espaço livre na fábrica; -Tempo de retorno de investimento igual a 10 meses; -Poupança mensal de 6778,20 €;
Estudo de implementação de túnel de lavagem de peças roscadas	-Tempo de retorno de investimento igual a 11 meses; -Poupança mensal de 2813,28 €;
Interface Captor - SAP	-Levantamento diário de erros de produção; -Padronização de erros de produção mais comuns;
Análise diária de microparagens da soldadura pedestal	-Levantamento valores anormais de microparagens; -Correcção de ineficiências nas máquinas de soldadura pedestal;

Como consideração final pode-se declarar que os dois principais trabalhos da dissertação se tratam de investimentos que poderiam ser feitos considerando um longo prazo, pelos montantes que envolveriam, pelo que o facto de este trabalho ter demonstrado que seriam investimentos viáveis se pode considerar bastante positivo.

Referências

Alves, J. M. and R. d. B. Ferraz "Redução do Work in Process em uma linha de montagem: estudo de caso na indústria aeronáutica."

Araújo, P. M. S. A. d. (2003). "Implementação do módulo SAP de planejamento de produção e gestão de materiais." FEUP.

Aures, J. E. V. (Maio 2006). "Estudo da formação, geometria e resistência do ponto na soldagem por resistência: uma abordagem estatística." Univerisidad de Brasilia.

Azevedo, M. L. L. (2013). "Aplicação da Simulação Numérica na Indústria de Componentes Estampados." FEUP.

Branco, H. L. O. (2004). "Avaliação de Capas de Elérodos Utilizadas na Soldagem por Resistência de Chapas Galvanizadas Automotivas." Universidade Federal do Paraná.

Comércio, T. "Fundamentos do Processo de Soldagem a Resistência."

Costa, A. M. V. (2013). "Melhoria e Padronização de Procedimentos Operativos na Gestamp." Universidade de Aveiro.

Ferreira, J. M. O. C. (Julho 2009). "Análise, Definição e Implementação de medidas correctivas dos Input'sno MRP na GE Power Controls Portugal " FEUP.

Galvão, F. M. (2007). "Aplicação de um modelo de sequenciamento da produção para um setor de moldagem de artefatos plásticoss." Universidade Federal de Juiz de Fora.

Jacobs, C. Operations and Supply Chain Management.

Marimax (Outubro 2004). "Solda por Resistência."

Monteiro, H. M. F. P. (2000). "Estudo Paramétrico de Optimização de Soldadura por Resistência Eléctrica por Pontos." FEUP.

Novo, A. M. R. (2008). "Estudo de Métodos e Tempos." FEUP.

Pais, P. d. C. F. R. (2008). "Análise e Controlo de Manutenção de Máquinas." FEUP.

Pinheiro, H. J. d. G. (2010). "Estudo da correlação entre a corrente de "Shunt" e a Feometria do Ponto de Solda em função do espeçamento, em chapa de aço de baixo teor de carbono e espessura de 0,8 mm." Faculdade de Tecnologia SENAI CIMETEC.

Pires, R. H. d. S. (2010). "Industrialização de uma peça automóvel." FEUP.

Sanchez, P. T. P. (Julho 2001). "Plano de Optimização do Planeamento de Produção." FEUP.

Santos, W. A. d. (2013). "Estudo da Influência dos Parâmetros de Regulagem na Soldagem por Resistência na indústria Automobilística."

UNICAMP, U. E. D. C.-., et al. (2006). "Gestão dos Produtos em curso de fabricação."

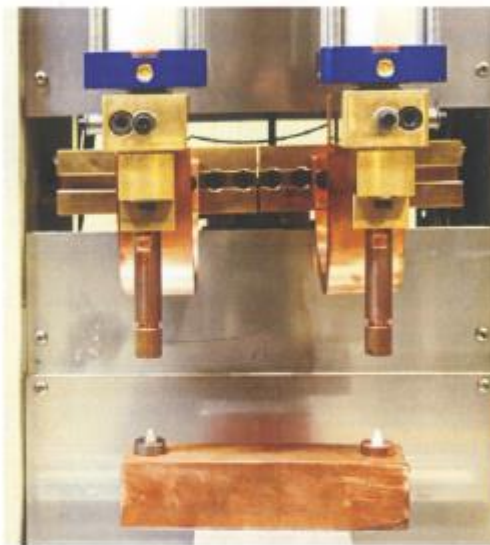
Apontamentos FEUP, Capítulo VI: "Soldadura por Resistência"

Apontamentos FEUP, "Planeamento da Produção"

Anexos

MÁQUINA DE SOLDAR TUERCAS Y TORNILLOS

Máquina con tecnología inverter, desarrollada para la soldadura de tuercas y tornillos. Ofrece una gran versatilidad así como una gran producción si se equipa con alimentación automática de tuercas y extracción automática del conjunto soldado.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- * Alimentación neumática con calderín y EQUIPO FR de 14 bar.
- * Válvula proporcional.
- * Cilindros de soldadura de 975 daN a 10 bar.
- * Regulación entre centros mediante husillo.
- * Campo de regulación entre 60 y 300mm.
- * Cerramiento lateral y barreras de seguridad categoría 4
- * Mando ergonómico para el operario

CAPACIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE SOLDADURA:

- * Soldadura simultánea de 2 tuercas o tornillos.
- * Capacidad máxima tuerca o tornillo de M10 con 3 protuberancias sobre chapa de 1,5

TECNOLOGÍA:

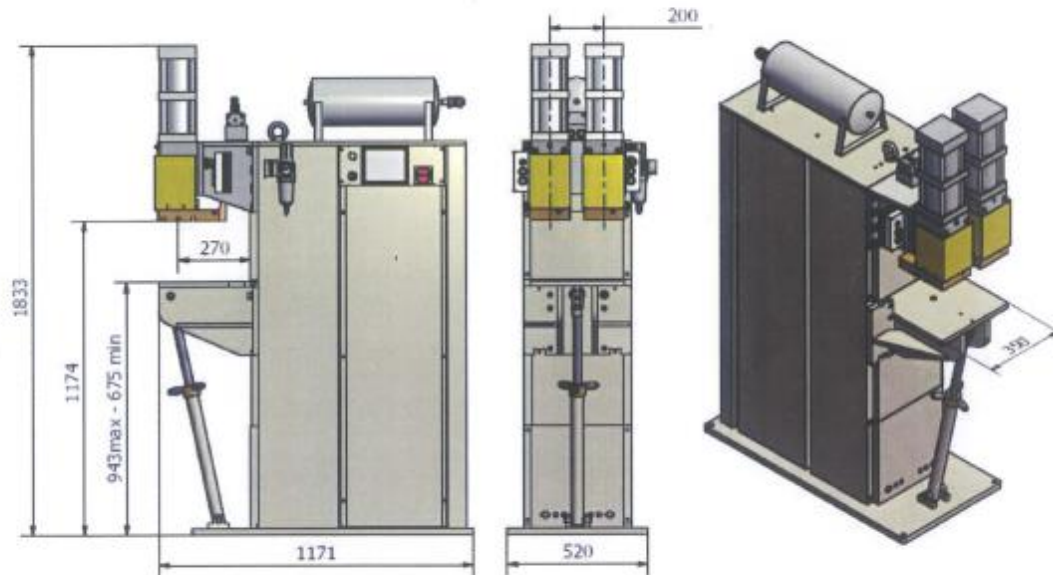
- * Media frecuencia "INVERTER" 1000 Hz.
- * Máxima corriente de corto circuito 24.000Amp.
- * Control de tiempos en milisegundos.



Avda. Beiramar 171 - 36208 Vigo (PO) Spain - T +34 986 293 114 - F +34 986 207 169
www.tesolgroup.com



1.3 Soldadura en serie de tuercas y tornillos de grandes dimensiones.



Máquina de pedestal de estructura reforzada con tecnología Inverter desarrollada para la soldadura en serie de tuercas y tornillos de grandes dimensiones en chapa de elevados espesores

Características técnicas:

- Grupo Inverter de 60kA.
- Transformador MF y 250kVA.
- Único circuito neumático con calderín.
- Válvula proporcional.
- Cabezales de soldadura de 1200 daN a 6bar.
- Control de soldadura CSI, control de tiempos en ms.
- Pluma inferior regulable en altura, 300mm.
- Campo de trabajo entre tuercas 40-380mm.
- Escote 270mm.

Capacidad:

- Soldadura simultánea de 2 tuercas o tornillos.
- Tuercas y tornillos hasta M16 sobre chapa de 1.5mm.

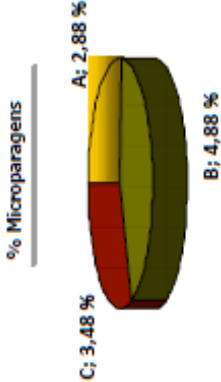
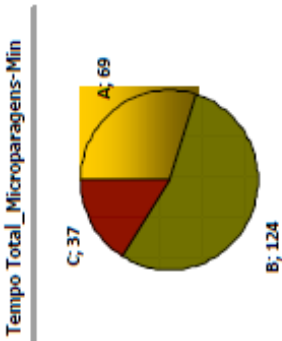
MAQUINARIA INTERNACIONAL

Pol. Ind. Idar – Sector F – 20829 ICIAR / DEBA
 Tel.: 943199039 – Fax: 943199047 – e-mail: info@maquinariainternacional.com

LAVADORA EUROFIMET CON CÓCLEA - MOD. XCX 300 TWLRA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Motovariador:	1,1 Kw.
Diámetro de Cóclea transportadora:	300 - 400 mm.
Paso:	130 mm.
Materiales Cóclea:	Acero Inox.
Perforaciones de Cóclea:	Ø 8 mm
Transmisión:	A cadena
Capacidad tanque de lavado:	240 Lt.
Electrobomba de lavado:	1,47 Kw.
Filtración de agua de lavado:	Filtro de cartucho 250 µ
Resistencia depósito de lavado:	10 Kw
Capacidad de depósito de enjuague:	200 Lt.
Electrobomba de enjuague:	0,75 Kw.
Filtración de agua de enjuague:	Filtro de cartucho 125 µ
Resistencia del tanque de enjuague:	10 Kw
Electrobomba de secado:	1,1 Kw
Resistencia de secado:	10,8 Kw
Llenado automático del agua:	Electroválvula ½"
Divisor de piezas:	Automático neumático
Entrada de aire comprimido:	½"
Dimensiones:	1075 x 3173 x 1645 pxbdh
CUADRO ELÉCTRICO	
PLC	LOGO Siemens
Termorregulador de temperatura del agua para el lavado:	+0 \ + 70 °C
Termorregulador de temperatura del enjuague:	+ 0 \ + 70 °C
Termorregulador de temperatura del aire:	+ 0 \ + 130 °C
Temporizador de autoencendido de la temperatura del agua:	Digital – semanal
Control divisor de piezas:	Incluido
Regulación de velocidad de Cóclea:	Inverter TOSHIBA
Voltaje:	400 V. 3P+T

ANÁLISE DIÁRIA => MICROPARAGENS PEDESTAL

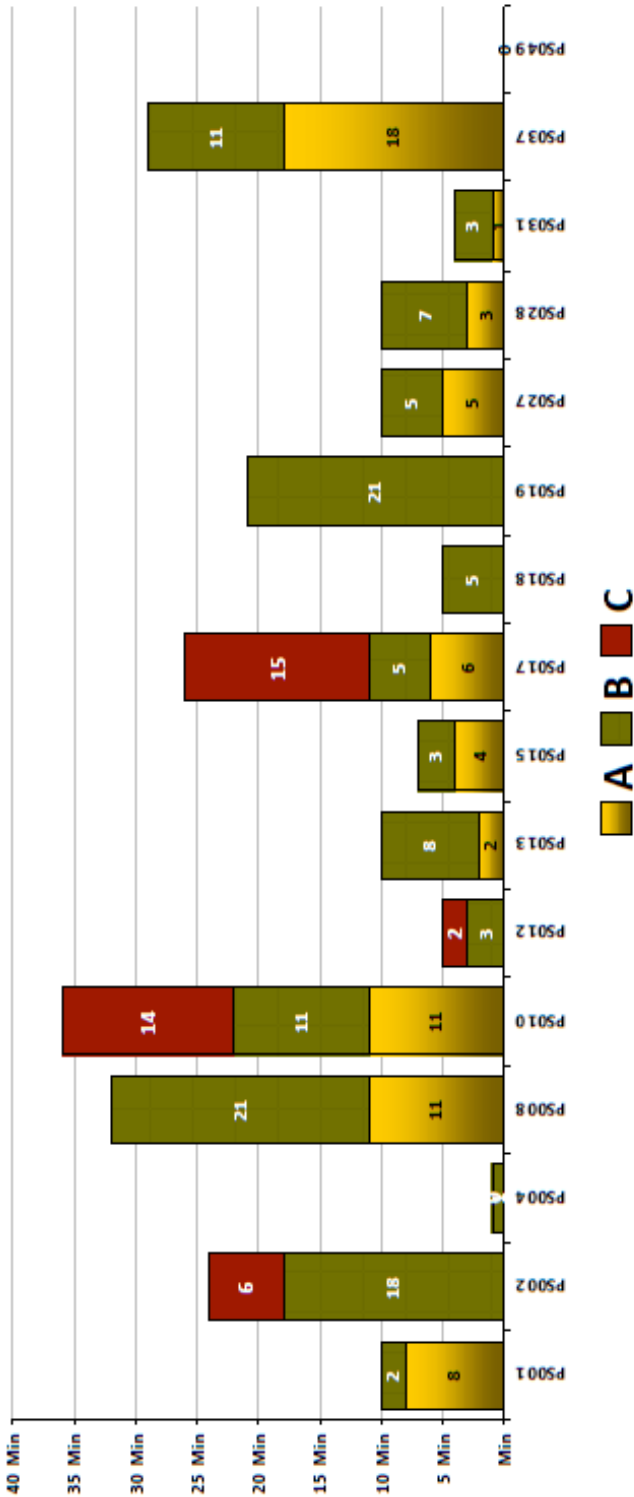


17-Jun-14

Periodo de análise:16/06/2014



% MICRO PARAGENS POR POSTO

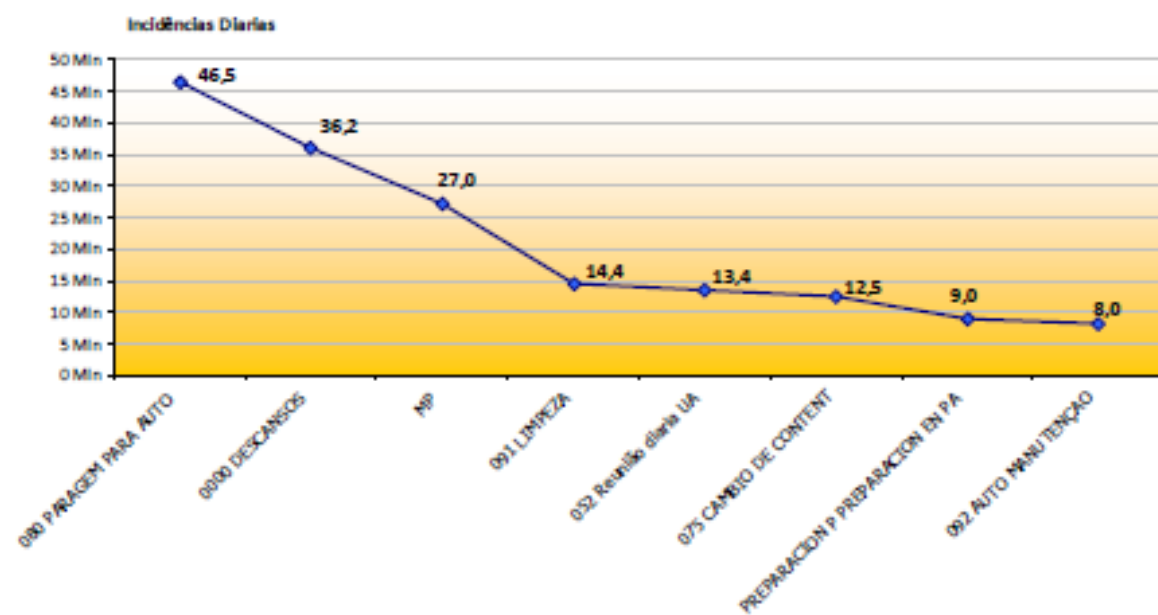
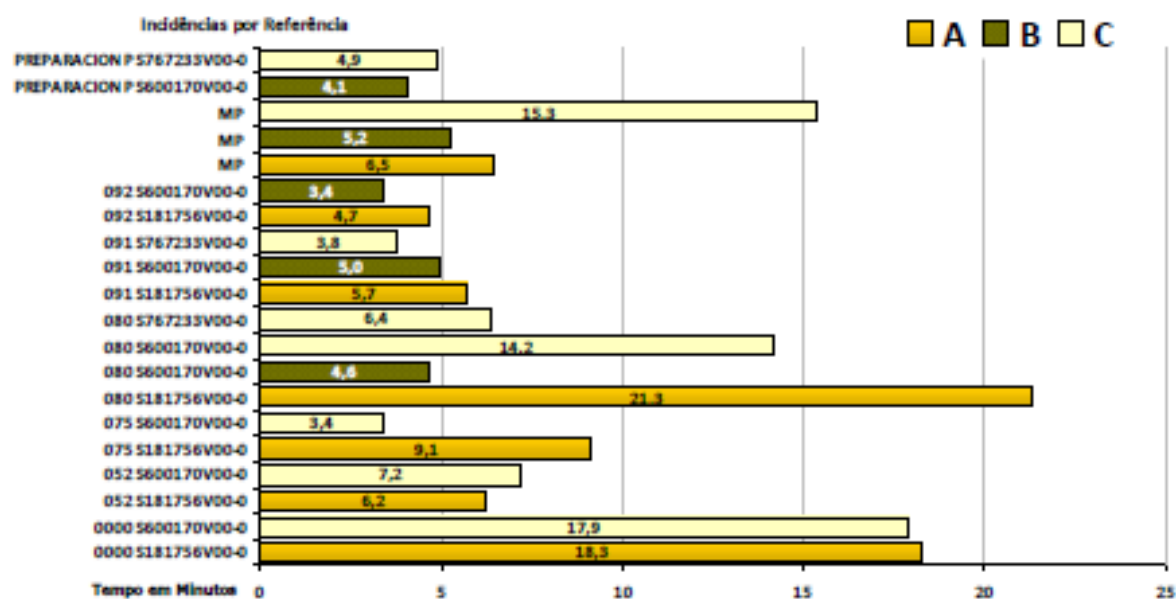




DIÁRIA => DETALHE DE PERDAS

PS017 UAP 4

	<u>Período de análise</u>	<u>16/06/2014</u>	<u>ao</u>	<u>16/06/2014</u>	
	T. Diário	A	B	C	
17/jun/14	DISPONIBILIDADE	82,43	83,44	82,90	81,13
	RENDIMENTO	105,62	124,51	76,14	94,00
	QUALIDADE	99,88	100,00	100,00	99,66
	TP.OPERACIONAL	15,84	7,23	2,17	6,44
	TP.PRODUTIVO	13,06	6,03	1,80	5,23



[illegible]